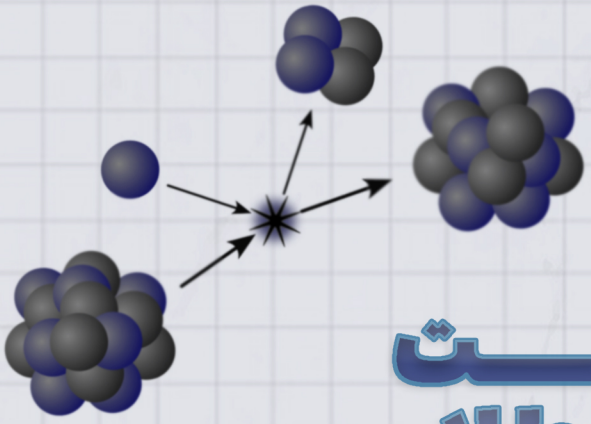
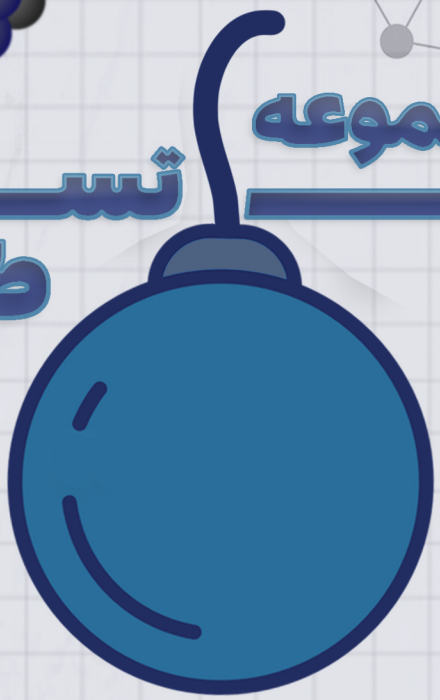


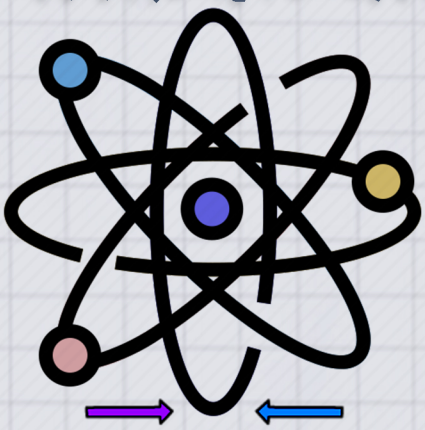
مجموعه بمب تست طلایی

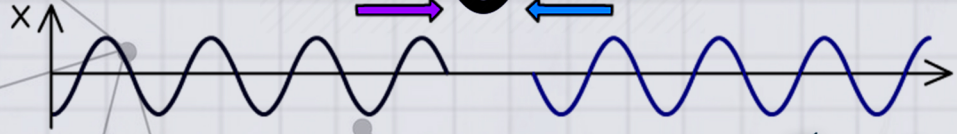


جمع بندی کنکوری

تجربی و ریاضی

شامل آزمون های جمع بندی پایه و دوازدهم





گردآورنده: دکتر محمدرضا صفایی

گزینه دو

فهرست آزمونها

آزمون ۱:اندازه گیری (قلم چی ترکیب دو آزمون) ۱
آزمون ۲:ویژگی ماده (قلم چی ترکیب دو آزمون) ۱۰
آزمون سوم:کار و انرژی (قلم چی ترکیب دو آزمون) ۱۸
آزمون چهارم:گرما و انبساط (قلم چی ترکیب دو آزمون) ۲۷
آزمون پنجم:ترمودینامیک مخصوص رشته ریاضی(قلم چی ترکیب دو آزمون) ۳٤
آزمون ششم:جامع دهم (سنجش) ٤۲
آزمون هفتم:الکتریسیته ساکن و خازن(قلم چی ترکیب دو آزمون) ٥٤
آزمون هشتم:جریان الکتریکی (قلم چی ترکیب دو آزمون) ٦۱
آزمون نهم:مغناطیس و القا مغناطیسی(قلم چی ترکیب دو آزمون) ۷۱
آزمون دهم:جامع پایه یازدهم (گاج) ۷۹
آزمون یازدهم:جامع دهم و یازدهم (سنجش) ۹۰
آزمون دوازدهم:سینماتیک (گزینه دو) ۱۰۹
آزمون سیزدهم:دینامیک و دایره (ترکیب قلم چی و خیلی سبز) ۱۲۱
آزمون چهاردهم:نوسان تا سر موج مکانیکی(قلم چی ترکیب دو آزمون) ۱۳۹
آزمون پانزدهم:جامع ترم اول تا سر موج مکانیکی (گاج) ۱٥۰
آزمون شانزدهم:موج تا آخر صوت(قلم چی ترکیب دو آزمون) ۱٦٤
آزمون هفدهم:موج-صوت -بازتاب و شکست(قلم چی ترکیب دو آزمون) ۱۷٤
آزمون هیجدهم:فصل ٤ ریاضی پراش تا آخر فصل(ترکیب گاج و گزینه دو) ۱۸۷
آزمون نوزدهم:فیزیک اتمی و هسته ای(قلم چی ترکیب دو آزمون) ۱۹٤
آزمون بیستم:جامع ترم دوم از موج تا آخر(قلم چی ترکیب دو آزمون) ۲۰۳
آزمون بیست و یکم:جامع فیزیک دوازدهم(نشانه-مدارس برتر) ۲۱۹
آزمون بیست و دوم:شبیه ساز کنکور ریاضی(خیلی سبز) ۲۳۰
آزمون بیست و سوم:شبیه ساز کنکور تجربی(گاج) ۲٦۰

گردآوری و تنظیم: دکتر محمد رضا صفایی ۰۹۱۲۱۰۳۲۳۸٦

حق هر گونه کپی بدون هماهنگی مشکل شرعی و اخلاقی دارد.

فیزیک ۱: فیزیک و اندازه‌گیری: صفحه‌های ۱ تا ۲۲ | وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

1- با توجه به جدول زیر، تعداد یکاهای اصلی متمایز به کار رفته در یکای فرعی کدام کمیت‌ها به درستی مشخص شده است؟

نام کمیت	تعداد یکاهای اصلی متمایز به کار رفته در یکای فرعی
ثابت جهانی گازها	۵
گرمای ویژه	۴
میدان مغناطیسی	۴
میدان الکتریکی	۴

۱) ثابت جهانی گازها، میدان الکتریکی

۲) گرمای ویژه، میدان مغناطیسی

۳) گرمای ویژه، ثابت جهانی گازها

۴) میدان مغناطیسی، میدان الکتریکی

2- کدام گزینه جای خالی را برحسب نماد علمی به درستی پر می‌کند؟

$$۹\times۱۰^{۵}\,W\mu s = \square\,mWh$$

۱) $۲/۵\times۱۰^{-۳}$

۲) $۲/۵\times۱۰^{-۱}$

۳) ۲۵×۱۰^{۲}

۴) $۲/۵\times۱۰^{-۲}$

3- کدام یک از تبدیل یکاهای زیر نادرست است؟

۱) $۰/۰۰۰۳۹\times۱۰^{-۳}\,cm^{۲} = ۳۹\mu m^{۲}$

۲) $۱۲۰۰۰۰۰۰\frac{ns}{mm^{۳}} = ۱/۲\times۱۰^{۴}\frac{Ts}{km^{۳}}$

۳) $۰/۰۰۰۰۰۰۰۲۳\frac{ms}{Mm^{۳}} = ۲/۳\times۱۰^{۱۱}\frac{ps}{Gm^{۳}}$

۴) $۱۰^{-۷}\frac{\mu m^{۲}}{ng.ps^{۲}} = ۱۰^{۳۸}\frac{cm^{۲}}{dag.Gs^{۲}}$

محل انجام محاسبات

دکتر محمدرضا اصفهانی

4- اگر در رابطهٔ فیزیکی $\frac{A}{B}=CD+E$ ، کمیت A انرژی، کمیت B زمان و کمیت C فشار در SI باشد، به ترتیب، یکای کمیت D و نام کمیت E چیست؟

۱) $\frac{m^۲}{s}$ ، توان
۲) $\frac{m^۲}{s}$ ، وات
۳) $\frac{m^۳}{s}$ ، توان
۴) $\frac{m^۳}{s}$ ، وات

5- محلولی از جرم یکسان دو مایع A و B تشکیل شده است. این محلول را در یک ظرف استوانه‌ای شکل می‌ریزیم تا نصف حجم ظرف پر شود و باقی‌مانده حجم ظرف را با مایع A پر می‌کنیم. چگالی محلول جدید چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟

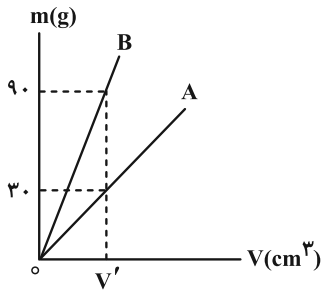
($\rho_A=۱/۵\frac{g}{cm^۳}$ ، $\rho_B=۱\frac{g}{cm^۳}$ و در اثر انحلال تغییر حجم رخ نمی‌دهد.)

۱) ۱۳۰۰
۲) ۱۳۵۰
۳) ۱۳۷۵
۴) ۱۴۰۰

6- جرم یک استوانه توپر مسی، $۳/۶kg$ است و شعاع قاعدهٔ آن $۱۰cm$ می‌باشد. این استوانه را ذوب می‌کنیم و از آن کره‌ای به شعاع $۵cm$ می‌سازیم. حجم حفرهٔ داخل کره چند سانتی‌متر مکعب است؟ ($\rho_{مس}=۹\times۱۰^۳\frac{kg}{m^۳}$ و $\pi=۳$)

۱) ۱۰۰
۲) ۲۵۰
۳) ۴۰۰
۴) ۵۰۰

7- برای دو جسم A و B، نمودار جرم برحسب حجم به صورت زیر است. اگر چگالی جسم B ، $۶\frac{g}{cm^۳}$ باشد، جرم یک گلوله به حجم $۵cm^۳$ از جنس A چند گرم است؟



۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

محل انجام محاسبات

8 - استوانه‌ای به قطر قاعدهٔ $8cm$ و ارتفاع $0/2m$ از جنس آلیاژ نقره و طلا در اختیار داریم. هنگامی‌که آن را روی ترازو می‌گذاریم، ترازو عدد $2/78kg$ را نشان می‌دهد. اگر چگالی این آلیاژ $13/9\frac{g}{cm^3}$ باشد، حجم حفرهٔ داخل استوانه چند مترمکعب است و چند درصد از حجم آلیاژ از جنس نقره است؟ ($\rho_{نقره}=10/5\frac{g}{cm^3}$ ، $\rho_{طلا}=19\frac{g}{cm^3}$ و $\pi=3$)

۱) ۴۰ ، ۷۶۰ ۲) ۶۰ ، ۷۶۰

۳) $40 ، 7/6\times10^{-4}$ ۴) $60 ، 7/6\times10^{-4}$

9 - درون یک مکعب برنزی به جرم $6/4kg$ و ابعاد $3dm\times10^{6}\mu m\times5mm$، حفره‌ای وجود دارد. اگر چگالی برنز $8\frac{kg}{L}$ باشد، در فضای خالی داخل این حفره، چند گرم مایع با چگالی $1/2\frac{g}{cm^3}$ جای می‌گیرد؟

۱) ۱۸۰۰ ۲) ۹۶۰

۳) ۷۰۰ ۴) ۸۴۰

10 - یک قطعه یخ به جرم $6/3kg$ درون ظرفی قرار دارد. اگر ۴۰ درصد جرم این قطعه یخ ذوب شود، حجم مخلوط چند درصد تغییر می‌کند؟ ($\rho_{یخ}=0/9\frac{g}{cm^3}$ و $\rho_{آب}=1\frac{g}{cm^3}$)

۱) ۲۴ ۲) ۱۴

۳) ۶ ۴) ۴

محل انجام محاسبات

فیزیک ۱ - فیزیک و اندازه‌گیری: صفحه‌های ۱ تا ۲۲

11 - چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبرند.

ب) آزمایش و مشاهده در پیشبرد و تکامل علم فیزیک بیش از همه نقش ایفا کرده است.

پ) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیک، نقطهٔ قوت دانش فیزیک است.

ت) فیزیک، پایه و اساس تمام مهندسی‌ها و فناوری‌هاست.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

12 - یکاهای فرعی $\frac{kg.m^2}{s^2}$، $\frac{m^2}{s^2}$ و $\frac{kg.m^2}{s^3}$، به‌ترتیب از راست به چپ متعلق به کدام کمیت‌ها می‌توانند باشند؟

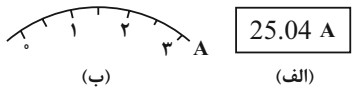
۱) انرژی، سرعت، کار ۲) انرژی، گرمای نهان‌ذوب، توان

۳) کار، گرمای نهان‌ذوب، نیرو ۴) نیرو، تندی، توان

13 - مقدار $1\frac{N}{\mu g}$ برحسب متر بر مجذور ثانیه مطابق با کدام گزینه است؟

۱) 10^{-6} ۲) 10^{6} ۳) 10^{-9} ۴) 10^{9}

14 - صفحهٔ نمایش یک آمپرسنج رقمی و یک آمپرسنج مدرج به‌ترتیب در شکل‌های (الف) و (ب) نشان داده شده است. دقت اندازه‌گیری این وسیله‌ها به‌ترتیب از راست به چپ، برحسب آمپر کدام است؟



(الف) (ب)

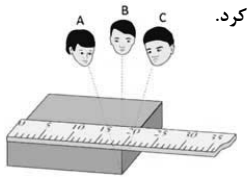
۱) ۰/۵ ، ۰/۰۱ ۲) ۰/۱ ، ۰/۰۴

۳) ۰/۵ ، ۰/۰۴ ۴) ۰/۱ ، ۰/۰۱

15 - آهنگ مصرف انرژی **(P)** در یک وسیله به‌صورت عبارت $P = 14/92 \times (mg)^{\alpha}(cm)^{\beta}(\mu s)^{\gamma}$ است. مقدار این عبارت معادل با چند اسب بخار **(hp)** است؟ (یک اسب بخار معادل با ۷۴۶ وات است.)

۱) 2×10^{8} ۲) 2×10^{6} ۳) 5×10^{5} ۴) 5×10^{6}

16 - آزمایش شکل زیر تأثیر..... در اندازه‌گیری را نشان می‌دهد و شخص .... عدد کمتری را گزارش خواهد کرد.



۱) دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری – A
۲) اختلاف منظر – A
۳) دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری – C
۴) اختلاف منظر – C

17 - اگر یک بطری خالی را با آب پُر کنیم، جرم بطری و آب داخل آن ۳۰۰g می‌شود و چنان‌چه همان بطری را با روغن پُر کنیم، جرم بطری و روغن داخل آن ۲۸۰g می‌شود. جرم بطری خالی چند گرم است؟ $(\rho_{آب}=۱\frac{g}{cm^۳}\ ,\ \rho_{روغن}=۰/۸\frac{g}{cm^۳})$

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۸۰

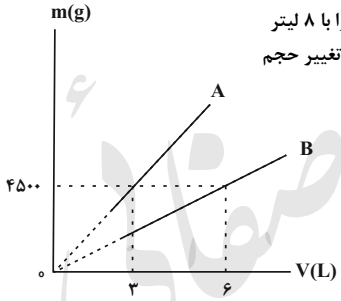
18 - دو قطعهٔ فلزی A و B با حجم ظاهری یکسان در اختیار داریم که یکی توپُر و دیگری دارای حفره است. اگر جرم و چگالی قطعهٔ A به‌ترتیب ۲ و $\frac{۲}{۳}$ برابر جرم و چگالی قطعهٔ B باشد، در کدام قطعه حفره وجود دارد و حجم این حفره چند برابر حجم ظاهری آن قطعه است؟

۱) A، $\frac{۱}{۳}$ ۲) A، $\frac{۲}{۳}$ ۳) B، $\frac{۱}{۳}$ ۴) B، $\frac{۲}{۳}$

19 - اگر $۵۰cm^۳$ از مایع A با چگالی $۱۲۰۰\frac{kg}{m^۳}$ را با $۱۰۰cm^۳$ از مایع B با چگالی $۱۸۰۰\frac{kg}{m^۳}$ مخلوط کنیم، چگالی مخلوط چند $\frac{g}{cm^۳}$ می‌شود؟ (در اثر مخلوط شدن دو مایع، تغییر حجم رخ نمی‌دهد.)

۱) ۱/۳ ۲) ۱/۴ ۳) ۱/۵ ۴) ۱/۶

20 - نمودار جرم برحسب حجم برای دو مایع A و B مطابق شکل زیر است. اگر ۲ لیتر از مایع A را با ۸ لیتر از مایع B مخلوط کنیم، چگالی مخلوط چند واحد SI می‌شود؟ (دما ثابت و یکسان بوده و از تغییر حجم ناشی از اختلاط مایع‌ها صرف‌نظر شود.)



۱) ۹۰۰
۲) ۹
۳) ۰/۹
۴) ۹۰

فیزیک ۱

1- **گزینهٔ «۱»** *(امیرحسین برادران)*

$$\text{۵ یکای اصلی متمایز} = R = \frac{J}{mol.K} = \frac{kg.m^2}{s^2.mol.K} = \text{ثابت جهانی گازها}$$

$$\text{۳ یکای اصلی متمایز} = \frac{N}{A.m} = \frac{kg.m}{s^2.A.m} = \frac{kg}{A.s^2} = \text{میدان مغناطیسی}$$

$$\text{۳ یکای اصلی متمایز} = \frac{J}{kg.K} = \frac{kg.m^2}{s^2\,kg.K} = \frac{m^2}{s^2.K} = \text{گرمای ویژه}$$

$$\text{۴ یکای اصلی متمایز} = \frac{N}{C} = \frac{kg.m}{s^3.A} = \text{میدان الکتریکی}$$

(فیزیک ۱- صفحهٔ ۷)

2- **گزینهٔ «۲»** *(کاظم منشاری)*

با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$9\times10^5\,W\mu s\times\frac{1000\,mW}{1\,W}\times\frac{1\,s}{10^6\,\mu s}\times\frac{1\,h}{3600\,s}$$

$$=2/5\times10^{-1}\,mWh$$

(فیزیک ۱- صفحه‌های ۱۰ تا ۱۲)

3- **گزینهٔ «۴»** *(مجتبی نکوئیان)*

تبدیل یکای هر کدام از گزینه‌ها را به صورت زیر انجام می‌دهیم:

(۱)

$$3/9\times10^{-7}\,cm^2$$

$$=3/9\times10^{-7}\,cm^2\times\left(\frac{10^{-2}\,m}{1\,cm}\times\frac{1\,\mu m}{10^{-6}\,m}\right)^2=39\,\mu m^2$$

(۲)

$$1/2\times10^7\,\frac{ns}{mm^3}=1/2\times10^7\,\frac{ns}{mm^3}\times\frac{10^{-9}\,s}{1\,ns}\times\frac{1\,Ts}{10^{12}\,s}$$

$$\times\left(\frac{1\,mm}{10^{-3}\,m}\times\frac{10^3\,m}{1\,km}\right)^3=1/2\times10^4\,\frac{Ts}{km^3}$$

(۳)

$$2/3\times10^{-7}\,\frac{ms}{Mm^3}=2/3\times10^{-7}\,\frac{ms}{Mm^3}\times\frac{10^{-3}\,s}{1\,ms}\times\frac{1\,ps}{10^{-12}\,s}$$

$$\times\left(\frac{1\,Mm}{10^6\,m}\times\frac{10^9\,m}{1\,Gm}\right)^3=2/3\times10^{11}\,\frac{Ps}{Gm^3}$$

(۴)

$$10^{-7}\,\frac{\mu m^2}{ng.ps^2}=10^{-7}\,\frac{\mu m^2}{ng.ps^2}\times\left(\frac{10^{-6}\,m}{1\,\mu m}\times\frac{1\,cm}{10^{-2}\,m}\right)^2$$

$$\times\frac{1\,ng}{10^{-9}\,g}\times\frac{10^1\,g}{1\,dag}\times\left(\frac{1\,ps}{10^{-12}\,s}\times\frac{10^9\,s}{1\,Gs}\right)^2=10^{37}\,\frac{cm^2}{dag.Gs^2}$$

(فیزیک ۱- صفحه‌های ۱۰ تا ۱۲)

4- **گزینهٔ «۳»** *(کاظم منشاری)*

$$\begin{cases}A\to\text{انرژی}=\dfrac{kg.m^2}{s^2}\\ B\to\text{زمان}=s\end{cases}\Rightarrow\frac{A}{B}=\frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}}=\text{توان}=\frac{kg.m^2}{s^3}$$

وات یکا می‌باشد نه کمیت!

$$C\to\text{فشار}=\frac{kg}{m.s^2}\Rightarrow CD=\frac{kgm^2}{s^3}=\frac{kg}{m.s^2}\times D$$

$$\Rightarrow[D]=\frac{m^3}{s}$$

(فیزیک ۱- صفحهٔ ۱۱)

5- **گزینهٔ «۲»** *(دانیال راستی)*

ابتدا چگالی محلول اولیه را که از جرم برابری از A و B تشکیل شده است، را به دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m_A+m_B}{V_A+V_B}\xrightarrow[V_B=\frac{m_B}{\rho_B}=\frac{m_A}{\rho_B}]{m_A=m_B\ ,\ V_A=\frac{m_A}{\rho_A}}$$

$$\rho=\frac{m_A+m_A}{\frac{m_A}{\rho_A}+\frac{m_A}{\rho_B}}\xrightarrow[\rho_B=1\frac{g}{cm^3}]{\rho_A=1/5\frac{g}{cm^3}}$$

$$\rho=\frac{2m_A}{\frac{m_A}{1/5}+\frac{m_A}{1}}=1/2\,\frac{g}{cm^3}$$

محلول نهایی از ترکیب حجم برابری از محلول اولیه و مایع A به دست می‌آید. بنابراین چگالی محلول نهایی، برابر میانگین این دو است:

$$\rho'=\frac{\rho+\rho_A}{2}\xrightarrow[\rho=1/2\frac{g}{cm^3}]{\rho_A=1/5\frac{g}{cm^3}}\rho'=\frac{1/2+1/5}{2}$$

$$=1/35\,\frac{g}{cm^3}=1350\,\frac{kg}{cm^3}$$

(فیزیک ۱- صفحه‌های ۱۶ تا ۱۸)

6- **گزینهٔ «۱»** *(زهره آقامحمدی)*

ابتدا حجم استوانه را می‌یابیم:

$$\rho=\frac{m}{V}\xrightarrow[\rho=9\times10^3\frac{kg}{m^3}]{m=3/6\,kg}9\times10^3=\frac{3/6}{V}$$

$$\Rightarrow V=4\times10^{-4}\,m^3\xrightarrow{1\,m^3=10^6\,cm^3}V=400\,cm^3$$

اکنون حجم ظاهری کره را محاسبه می‌کنیم:

$$V'=\frac{4}{3}\pi R^3\xrightarrow[\pi=3]{R=5\,cm}V'=\frac{4}{3}\times3\times(5)^3$$

$$=4\times125=500\,cm^3$$

حجم حفرهٔ داخل کره برابر است با:

$$V_{\text{حفره}}=V_{\text{ظاهری}}-V_{\text{واقعی}}\xrightarrow[V_{\text{واقعی}}=V_{\text{استوانه}}=400\,cm^3]{V_{\text{ظاهری}}=V'=500\,cm^3}$$

$$v_{\text{حفره}}=500-400=100\,cm^3$$

(فیزیک ۱- صفحه‌های ۱۶ تا ۱۸)

7- **گزینهٔ «۱»** *(علیرضا جباری)*

ابتدا نسبت چگالی دو جسم را می‌نویسیم تا چگالی جسم A را به دست آوریم:

$$\frac{\rho_B}{\rho_A}=\frac{\frac{m_B}{V_B}}{\frac{m_A}{V_A}}\Rightarrow\frac{\rho_B}{\rho_A}=\frac{m_B\times V_A}{m_A\times V_B}$$

$$\xrightarrow[V_A=V_B=V']{\rho_B=6\frac{g}{cm^3}\ ,\ m_A=30g\ ,\ m_B=90g}$$

$$\frac{6}{\rho_A}=\frac{90}{30}\Rightarrow\rho_A=2\frac{g}{cm^3}$$

سپس جرم گلوله‌ای از A به حجم $5cm^3$ را حساب می‌کنیم:

$$m_A=\rho_A V_A\xrightarrow[V_A=5cm^3]{\rho_A=2\frac{g}{cm^3}}m_A=2\times5=10g$$

(فیزیک ۱- صفحه‌های ۱۶ تا ۱۸)

8- **گزینهٔ «۴»** *(کاظم منشاری)*

$$V_{\text{واقعی}}=\frac{m}{\rho}\xrightarrow[\rho=13/9\frac{g}{cm^3}]{m=2/78kg=2780g}V_{\text{واقعی}}=200cm^3$$

$$V_{\text{ظاهری}}=r^2\pi h\xrightarrow[h=0/2m=20cm]{D=8cm\ ,\ r=4cm}V_{\text{ظاهری}}=960cm^3$$

$$V_{\text{حفره}}=V_{\text{ظاهری}}-V_{\text{واقعی}}$$

$$960-200=760cm^3=7/6\times10^{-4}m^3$$

اکنون با داشتن چگالی طلا، نقره و آلیاژ، درصد حجمی نقره به کار رفته در آلیاژ را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_{\text{آلیاژ}}=\frac{V_{\text{طلا}}\rho_{\text{طلا}}+V_{\text{نقره}}\rho_{\text{نقره}}}{V_{\text{طلا}}+V_{\text{نقره}}}\xrightarrow{V_{\text{آلیاژ}}=V_{\text{طلا}}+V_{\text{نقره}}}$$

$$\rho_{\text{آلیاژ}}=(\frac{V_{\text{آلیاژ}}-V_{\text{نقره}}}{V_{\text{آلیاژ}}})\rho_{\text{طلا}}+\frac{V_{\text{نقره}}}{V_{\text{آلیاژ}}}\rho_{\text{نقره}}$$

با جای‌گذاری $\frac{V_{\text{نقره}}}{V_{\text{آلیاژ}}}=x$ داریم: $\rho_{\text{آلیاژ}}=(1-x)\rho_{\text{طلا}}+x\rho_{\text{نقره}}$

$$13/9=19(1-x)+10/5x\Rightarrow x=\frac{V_{\text{نقره}}}{V_{\text{آلیاژ}}}=0/6\Rightarrow x=60\%$$

(فیزیک ۱- صفحه‌های ۱۶ تا ۱۸)

9- **گزینهٔ «۴»** *(محمود منصوری)*

ابتدا حجم ظاهری مکعب مستطیل را از رابطهٔ $V=a\times b\times c$ حساب می‌کنیم.

$$\left.\begin{aligned}a&=3dm\times\frac{1m}{10dm}=3\times10^{-1}m\\b&=10^6\mu m\times\frac{1m}{10^6\mu m}=1m\\c&=5mm\times\frac{1m}{10^3mm}=5\times10^{-3}m\end{aligned}\right\}$$

$$\Rightarrow V_{\text{ظاهری}}=a.b.c=3\times10^{-1}m\times1m\times5\times10^{-3}m$$

$$=15\times10^{-4}m^3$$

$$V_{\text{ظاهری}}=15\times10^{-4}m^3\times\frac{10^6cm^3}{1m^3}=1500cm^3$$

روش دوم) محاسبهٔ حجم ظاهری: (برای تبدیل واحد و محاسبهٔ حجم، کافی است به جای نماد انگلیسی (مانند d دسی، μ میکرو، m میلی) نماد ریاضی آن‌ها را بنویسیم:

$$V_{\text{ظاهری}}=a.b.c=(3\times10^{-1}m)\times(10^6\times10^{-6}m)\times(5\times10^{-3}m)$$

$$=15\times10^{-4}m^3\times\frac{10^6cm^3}{1m^3}=1500cm^3$$

سپس از رابطهٔ چگالی، حجم واقعی را به دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V_{\text{واقعی}}}\xrightarrow[m=6/4kg=6400g]{\rho=8\frac{kg}{L}=8\frac{g}{cm^3}}8=\frac{6400}{V_{\text{واقعی}}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{واقعی}}=800cm^3$$

$$V_{\text{حفره}}=V_{\text{ظاهری}}-V_{\text{واقعی}}=1500-800=700cm^3$$

در نهایت با داشتن حجم حفره، می‌توان جرم مایعی که درون حفره ریخته می‌شود را به دست آورد:

$$\rho_{\text{مایع}}=\frac{m_{\text{مایع}}}{V_{\text{مایع}}}\xrightarrow[V_{\text{مایع}}=700cm^3]{\rho_{\text{مایع}}=1/2\frac{g}{cm^3}}1/2=\frac{m_{\text{مایع}}}{700}$$

$$\Rightarrow m_{\text{مایع}}=840g$$

(فیزیک ۱- صفحه‌های ۷ تا ۱۸)

10- **گزینهٔ «۴»** *(مجتبی نکوئیان)*

با استفاده از رابطهٔ چگالی $(\rho=\frac{m}{V})$ می‌توان نوشت:

$$V_{1\text{یخ}}=\frac{m_{1\text{یخ}}}{\rho_{\text{یخ}}}\xrightarrow[\rho_{\text{یخ}}=0/9\frac{g}{cm^3}]{m_{1\text{یخ}}=6/3kg=6300g}$$

$$V_{1\text{یخ}}=V_{1\text{ کل}}=\frac{6300}{0/9}=7000cm^3$$

$$V_{2\text{ کل}}=V_{2\text{یخ}}+V_{2\text{آب}}=\frac{m_{2\text{یخ}}}{\rho_{\text{یخ}}}+\frac{m_{2\text{آب}}}{\rho_{\text{آب}}}$$

$$\xrightarrow{m_{2\text{ آب}}=0/4m_{1\text{یخ}}\ ,\ m_{2\text{یخ}}=0/6m_{1\text{یخ}}}$$

$$V_{2\text{کل}}=\frac{(0/6)(6300)}{0/9}+\frac{(0/4)(6300)}{1}=4200+2520=6720cm^3$$

و در نهایت، درصد تغییرات حجم را به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد تغییرات}=\frac{V_{2\text{کل}}-V_{1\text{کل}}}{V_{1\text{کل}}}\times100$$

$$\Rightarrow\frac{6720-7000}{7000}\times100=-4\%$$

بنابراین حجم مخلوط، ۴ درصد کاهش می‌یابد.

(فیزیک ۱- صفحه‌های ۱۶ تا ۱۸)

فیزیک ۱

11- **گزینهٔ «۲»** *(بابک اسلامی)*

عبارت‌های «الف» و «ب» نادرست است.

مدل‌ها و نظریه‌های فیزیک در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند. آنچه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده و می‌کند، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان است.

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۲ و ۳)

12- **گزینهٔ «۲»** *(فسرو ارغوانی‌فرد)*

یکای نیرو: $[F]=[ma]=kg\frac{m}{s^2}$

یکای انرژی یا کار: $[F.d]=[ma.d]=kg\frac{m}{s^2}.m=kg\frac{m^2}{s^2}$

گرما از جنس کار یا انرژی است، پس:

یکای گرمای نهان ذوب: $[L_F]=\left[\frac{Q}{m}\right]=\frac{kg\frac{m^2}{s^2}}{1kg}=\frac{m^2}{s^2}$

یکای توان: $\left[\frac{W}{t}\right]=\frac{kg\frac{m^2}{s^2}}{s}=kg\frac{m^2}{s^3}$

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۷ تا ۱۳)

13- **گزینهٔ «۴»** *(سیدعلی میرنوری)*

با توجه به قاعدهٔ تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$1\frac{N}{\mu g}=1\frac{N}{\mu g}\times\frac{1\mu g}{10^{-6}g}\times\frac{10^3 g}{1kg}=10^9\frac{N}{kg}$$

$$\xrightarrow{N=kg.m/s^2}1\frac{N}{\mu g}=10^9\frac{m}{s^2}$$

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۶ تا ۱۲)

14- **گزینهٔ «۱»** *(زهره آقامحمدی)*

در وسیله‌های رقمی یک واحد از آخرین رقمی که وسیله اندازه می‌گیرد برابر با دقت اندازه‌گیری آن وسیله است. پس در آمپرسنج رقمی، دقت اندازه‌گیری برابر با $0/01A$ است.

در وسیله‌های مدرج کمینهٔ درجه‌بندی وسیله اندازه‌گیری برابر با دقت آن وسیله است. بنابراین داریم:

$$\text{دقت اندازه‌گیری آمپرسنج مدرج}=\frac{1}{2}A=0/5A$$

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۱۴ و ۱۵)

15- **گزینهٔ «۲»** *(مصطفی واثقی)*

یکای فرعی آهنگ مصرف انرژی به‌صورت $[P]=\left[\frac{Q}{t}\right]=kg.m^2.s^{-3}$ است، پس اگر $\alpha=1$ ، $\beta=2$ و $\gamma=-3$ باشد، یکای عبارت معادل با یکای آهنگ مصرف انرژی است.

دکتر محمدرضا ثابتی

$$P = ۱۴/۹۲ \times (mg)^{\alpha}(cm)^{\beta}(\mu s)^{\gamma}$$

$$\Rightarrow P = ۱۴/۹۲ \times (۱۰^{-۶}kg) \times (۱۰^{-۲}m)^{۲} \times (۱۰^{-۶}s)^{-۳}$$

$$\Rightarrow P = ۱۴/۹۲ \times ۱۰^{۸}\frac{kg.m^{۲}}{s^{۳}}$$

یکای وات همان یکای آهنگ مصرف انرژی است، پس:

$$P = ۱۴/۹۲ \times ۱۰^{۸}\frac{kg.m^{۲}}{s^{۳}} = ۱۴/۹۲ \times ۱۰^{۸}W$$

$$\Rightarrow P = ۱۴/۹۲ \times ۱۰^{۸}\cancel{W} \times \frac{۱hp}{۷۴۶\cancel{W}} = ۲ \times ۱۰^{۶}hp$$

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۷ تا ۱۱)

16- **گزینهٔ «۲»** *(یونام رستمی)*

شکل صورت سؤال، تأثیر اختلاف منظر در خواندن نتیجهٔ اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. همچنین شخصی که از طرف اعداد کمتر (شخص **A**) اندازه‌گیری را انجام می‌دهد، عدد مربوط به طول را کوچک‌تر دیده و عدد کمتری را گزارش خواهد کرد.

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۱۴ و ۱۵)

17- **گزینهٔ «۱»** *(مصطفی کیانی)*

چون در هر دو حالت، حجم آب و روغن برابر با حجم بطری خالی است، بنابراین اگر جرم بطری خالی را برابر با m' در نظر بگیریم، جرم آب برابر با $m_۱ = ۳۰۰ - m'$ گرم و جرم روغن برابر با $m_۲ = ۲۸۰ - m'$ گرم خواهد بود و به‌صورت زیر جرم بطری خالی را می‌یابیم:

$$V = \frac{m_۱}{\rho_۱} = \frac{m_۲}{\rho_۲} \xrightarrow[\rho_۲ = ۰/۸\frac{g}{cm^{۳}}]{\rho_۱ = ۱\frac{g}{cm^{۳}}} \frac{۳۰۰ - m'}{۱} = \frac{۲۸۰ - m'}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow ۲۴۰ - ۰/۸m' = ۲۸۰ - m' \Rightarrow ۰/۲m' = ۴۰ \Rightarrow m' = ۲۰۰g$$

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۱۶ تا ۱۸)

18- **گزینهٔ «۴»** *(محسن قندهاری)*

با استفاده از تعریف چگالی داریم: $m_A = ۲m_B \Rightarrow \rho_A V_A = ۲\rho_B V_B$

$$\Rightarrow \frac{۲}{۳}\rho_B V_A = ۲\rho_B V_B \Rightarrow V_A = ۳V_B$$

چون حجم ظاهری دو قطعه با هم برابر است اما حجم واقعی فلز **A** بیش‌تر از حجم واقعی فلز **B** است و فقط در یک قطعه فلز حفره وجود دارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که حفره درون قطعهٔ **B** قرار دارد و قطعهٔ **A** توپُر است.

$$V_A = ۳V_B \Rightarrow V = ۳(V - V_{\text{حفره}}) \Rightarrow V_{\text{حفره}} = \frac{۲}{۳}V$$

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱،صفحه‌های ۱۶ تا ۱۸)

19- **گزینهٔ «۴»** *(علیرضا گونه)*

با استفاده از رابطهٔ چگالی مخلوط داریم:

$$\rho_A = ۱۲۰۰\frac{kg}{m^{۳}} = ۱/۲\frac{g}{cm^{۳}}, \rho_B = ۱۸۰۰\frac{kg}{m^{۳}} = ۱/۸\frac{g}{cm^{۳}}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{۱/۲ \times ۵۰ + ۱/۸ \times ۱۰۰}{۱۵۰}$$

$$= \frac{۲۴۰}{۱۵۰} = ۱/۶\frac{g}{cm^{۳}}$$

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۱۶ تا ۱۸)

20- **گزینهٔ «۱»** *(علیرضا گونه)*

با توجه به نمودار و با استفاده از رابطهٔ $\rho = \frac{m}{V}$ برای دو مایع A و B می‌توان نوشت:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} = \frac{۴۵۰۰}{۳} = ۱۵۰۰\frac{g}{L}, \quad \rho_B = \frac{۴۵۰۰}{۶} = ۷۵۰\frac{g}{L}$$

در ادامه برای $۲L$ از مایع **A** و $۸L$ از مایع **B** داریم:

$$\rho_A = \frac{m'_A}{V'_A} \Rightarrow ۱۵۰۰ = \frac{m'_A}{۲} \Rightarrow m'_A = ۳۰۰۰g$$

$$\rho_B = \frac{m'_B}{V'_B} \Rightarrow ۷۵۰ = \frac{m'_B}{۸} \Rightarrow m'_B = ۶۰۰۰g$$

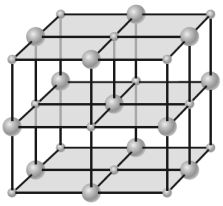
و در نهایت چگالی مخلوط حاصل از اختلاط $۲L$ از مایع **A** و $۸L$ از مایع **B** را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m'_A + m'_B}{V'_A + V'_B} = \frac{۳۰۰۰ + ۶۰۰۰}{۲ + ۸} = ۹۰۰\frac{g}{L} = ۹۰۰\frac{kg}{m^{۳}}$$

(فیزیک و اندازه‌گیری) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۱۶ تا ۱۸)

فیزیک ۱: ویژگی‌های فیزیکی مواد: صفحه‌های ۲۳ تا ۵۲ | وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

1 - با توجه به الگوی سه بعدی زیر، چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح هستند؟



الف) ذرات این جسم به سبب نیروی الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند، کنار هم می‌مانند.

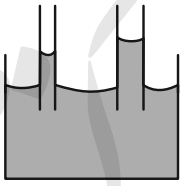
ب) این الگو می‌تواند مربوط به اتم‌های شیشه باشد.

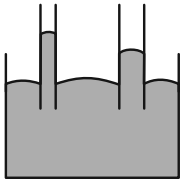
پ) فاصلهٔ ذرات این جسم حدود یک آنگستروم می‌باشد.

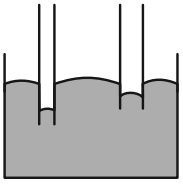
ت) وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم، می‌تواند این ساختار تشکیل شود.

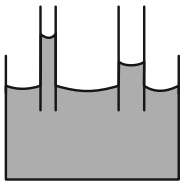
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

2 - کدام شکل وضعیت آب را در لولهٔ شیشه‌ای مویین تمیز، به درستی نشان می‌دهد؟

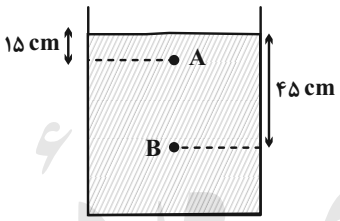
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

3 - در ظرف شکل زیر، مایعی به چگالی ρ در حال تعادل قرار دارد. اگر اندازهٔ اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B برابر با $7/5\,kPa$ باشد، ρ چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



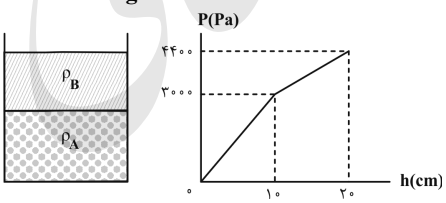
۱) ۲/۵

۲) ۳

۳) ۱/۵

۴) ۱

4 - در شکل زیر نمودار فشار حاصل از دو مایع A و B برحسب عمق مایع‌ها نشان داده شده است. اگر $500\,cm^3$ از مایع B را با $1000\,cm^3$ از مایع A مخلوط کنیم، فشار کل در عمق $150\,cm$ از این مخلوط چند پاسکال می‌شود؟ $(g = 10\frac{N}{kg}, P_0 = 10^5\,Pa)$



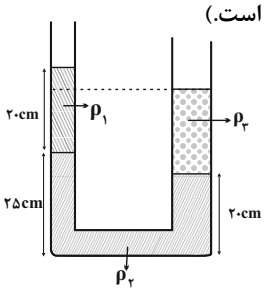
۱) ۱۴۵۰۰۰

۲) ۱۲۸۰۰۰

۳) ۱۳۱۰۰۰

۴) ۱۳۷۰۰۰

5 - در شکل زیر، سه مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $\rho_1 = 0/8\frac{g}{cm^3}$، $\rho_2 = 2/4\frac{g}{cm^3}$ و مایع سوم به جرم $84g$ به حالت تعادل قرار دارند. سطح مقطع لوله چند سانتی‌متر مربع است؟ (سطح مقطع لوله در تمام طول آن یکسان است.)



۱) ۲

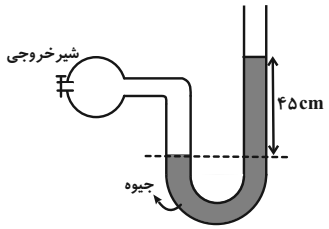
۲) ۳

۳) ۴

۴) ۱

محل انجام محاسبات

6 - در شکل زیر، فشار هوا ۷۵cmHg می‌باشد. فشار هوای درون مخزن را چگونه تغییر دهیم تا در همان محل، اختلاف ارتفاع جیوه درون لولهٔ U شکل، دوباره ۴۵cm شود؟



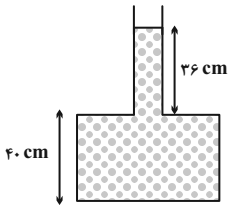
۱) ۹۰cmHg افزایش دهیم.

۲) ۹۰cmHg کاهش دهیم.

۳) ۱۵۰cmHg کاهش دهیم.

۴) ۱۵۰cmHg افزایش دهیم.

7 - در شکل زیر، مساحت کف ظرف $۲۰cm^۲$ و مساحت بخش باریک آن $۱۰cm^۲$ است. چند گرم از آب درون ظرف بکاهیم تا فشار پیمانه‌ای وارد بر کف ظرف به ۵cmHg برسد؟ $(\rho_{جیوه}=۱۳/۶\frac{g}{cm^۳},\rho_{آب}=۱\frac{g}{cm^۳},P_۰=۱۰^۵Pa)$



۱) ۸

۲) ۲۰

۳) ۸۰

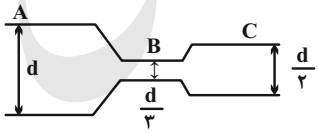
۴) ۶۰

8 - برای جسمی که در سطح یک شاره شناور است، اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر جسم ..... اندازهٔ نیروی وزن آن است.

۱) برابر با ۲) کم‌تر از

۳) بیش‌تر از ۴) بسته به چگالی جسم و شاره، هر سه حالت ممکن است.

9 - مطابق شکل در لوله‌ای افقی، جریان آرامی از شاره‌ای تراکم ناپذیر به‌صورت لایه‌ای از چپ به راست جریان دارد. اگر فشار و تندی آب در مقطع‌های A، B و C را به‌ترتیب با P_A ، P_B ، P_C و v_A ، v_B و v_C نشان دهیم، کدام گزینه صحیح است؟



۱) $P_B>P_C>P_A$ ، $v_B=۹v_A$

۲) $P_B>P_C>P_A$ ، $v_A=۰/۲۵v_C$

۳) $P_B<P_C<P_A$ ، $v_B=۲/۲۵v_C$

۴) $P_B<P_C<P_A$ ، $v_C=۲v_A$

10 - کدام یک از موارد زیر نادرست است؟

۱) وقتی که کامیون در حال حرکت است، پوشش برزنتی آن پف می‌کند.

۲) در هنگام اوج گرفتن هواپیما، فشار هوا در زیر بال هواپیما از بالای آن کمتر است.

۳) در روزهایی که باد می‌وزد، ارتفاع موج‌های دریا بالاتر از روزهایی است که باد نمی‌وزد.

۴) خروج افشانه در بیشتر شیشه‌های عطر به دلیل اصل برنولی است.

محل انجام محاسبات

فیزیک ۱: ویژگی‌های فیزیکی مواد: صفحه‌های ۲۳ تا ۵۲ وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

11- در مورد ویژگی‌های مواد، چه تعداد از گزاره‌های زیر صحیح است؟

الف) پدیدهٔ پخش در گازها، سریعتر از مایعات رخ می‌دهد.

ب) در لوله‌های مویین، آب تا جایی بالا می‌رود که وزنِ آب بالا آمده در لوله، با نیروی هم‌چسبی آب، برابر شود.

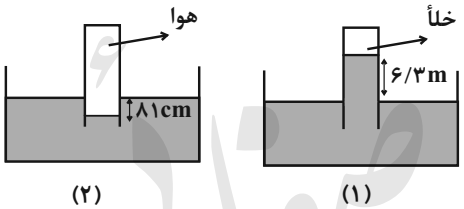
پ) افزایش دما، باعث می‌شود قطره‌های روغن خارج شده از قطره‌چکان، کوچکتر شوند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

12- فشار کل در عمق ۴۰ سانتی‌متری از سطح مایعی ساکن به چگالی $۱/۲۵\frac{g}{cm^۳}$ برابر با P است. چند سانتی‌متر دیگر در مایع پایین برویم تا فشار کل ۵ درصد افزایش یابد؟ $(P_۰ = ۹۵kPa, g = ۱۰\frac{N}{kg})$

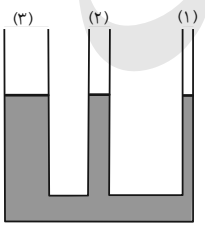
۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

13- در آزمایش شکل زیر، که در یک مکان انجام شده است، داخل هر دو ظرف، مایعی به چگالی $۱/۵\frac{g}{cm^۳}$ می‌ریزیم. فشار هوای داخل لولهٔ آزمایش در شکل (۲) چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(\rho_{Hg} = ۱۳/۵\frac{g}{cm^۳})$



۱) ۷۹
۲) ۶۱
۳) ۸۲
۴) ۸۶

14- در شکل زیر، مساحت سطح مقطع لوله‌های (۱)، (۲) و (۳) به‌ترتیب A، ۲A و ۴A می‌باشد و آب در آن در حالت تعادل قرار دارد. در صورتی‌که در شاخهٔ (۱)، به ارتفاع ۷۰cm روغن بریزیم، آب در دو شاخهٔ دیگر چند سانتی‌متر بالا می‌رود؟



$(\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}, \rho_{روغن} = ۰/۸\frac{g}{cm^۳})$

۱) ۶، ۶
۲) ۴، ۴
۳) ۴، ۱۲
۴) ۸، ۸

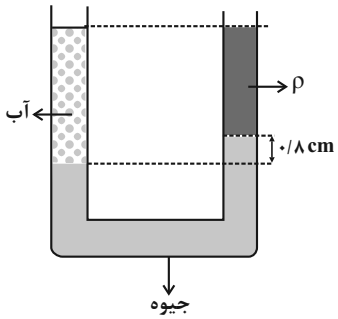
15- جرم دو مایع به چگالی‌های $\rho_۱ = ۲/۷\frac{g}{cm^۳}$ و $\rho_۲ = ۲/۲۵\frac{g}{cm^۳}$ به‌ترتیب برابر با m و ۲m است. اگر این دو مایع را داخل ظرفی استوانه‌ای بریزیم، بدون مخلوط شدن، مجموع ارتفاع دو مایع ۶۸cm می‌شود. فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(\rho_{Hg} = ۱۳/۵\frac{g}{cm^۳})$

۱) ۱۲ ۲) ۱۵ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

محل انجام محاسبات

16- چند سانتی‌متر از آب لولهٔ سمت چپ باید برداریم تا سطح جیوه در هر دو طرف لوله یکسان شود؟

($\rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{cm^۳}$, $\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\frac{g}{cm^۳}$ و قطر لوله در همهٔ مقاطع یکسان است.)



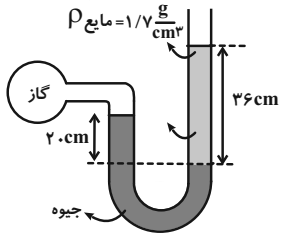
۱) ۱۰/۸۸

۲) ۴۴

۳) ۲۷/۲

۴) ۵/۴۴

17- با توجه به شکل زیر، فشار پیمانه‌ای گاز درون مخزن چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\frac{g}{cm^۳}$)



۱) $+۴/۵$

۲) $-۴/۵$

۳) $+۱۵/۵$

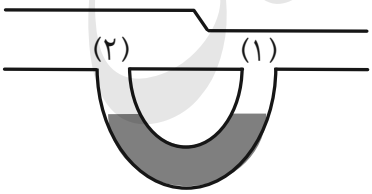
۴) $-۱۵/۵$

18- منشا نیروی شناوری، اختلاف ..... در بالا و پایین جسم است و جهت نیروی شناوری همواره به سمت ..... است.

۱) فشار، پایین ۲) مساحت، پایین

۳) فشار، بالا ۴) مساحت، بالا

19- مطابق شکل زیر، یک لولهٔ U شکل به دو نقطهٔ یک لوله با سطح مقطع متفاوت متصل است و در داخل لولهٔ U شکل با سطح مقطع ثابت، مایعی به چگالی $۶/۸\frac{g}{cm^۳}$ قرار دارد. اگر هوا در داخل لولهٔ افقی به‌صورت پایا و یکنواخت جریان یابد، اختلاف فشار بین دو ناحیهٔ ۱و ۲ برابر با ۱۰cmHg می‌شود. مایع در کدام شاخه بالا می‌آید و اختلافش با شاخهٔ دیگر چند سانتی‌متر می‌شود؟



۱) چپ، ۱۰

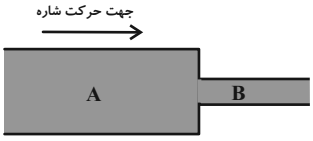
۲) چپ، ۲۰

۳) راست، ۱۰

۴) راست، ۲۰

20- مطابق شکل، شاره‌ای تراکم‌ناپذیر در حالت پایا در حال عبور از لوله‌ای با سطح مقطع متغیر است. چه تعداد از موارد زیر در قسمت A از قسمت B بیشتر است؟

«تندی حرکت شاره - فشار شاره - آهنگ شارش حجمی شاره - جرم شاره عبوری در واحد زمان»



۱) صفر

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

محل انجام محاسبات

فیزیک ۱

1- گزینهٔ «۳» *(مهری سلطانی)*

این الگو مربوط به یک جامد بلورین مانند نمک می‌باشد که از طرح منظمی تشکیل شده است.

موارد «الف»، «پ» و «ت» صحیح هستند.

مورد «ب» غلط است چون شیشه جامد بی شکل است.

(فیزیک ۱ – ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۲۴ تا ۲۶)

2- گزینهٔ «۴» *(حسین مفرومی)*

با توجه به بیشتر بودن نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه نسبت به نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب، سطح آب در لولهٔ مویین بالاتر از سطح آب درون ظرف قرار می‌گیرد. از طرفی هر چه سطح مقطع لولهٔ مویین کوچکتر باشد، ارتفاع آب در آن بیشتر خواهد بود. با این توضیحات، گزینهٔ (۴) صحیح است.

(فیزیک ۱ – ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۲۸ تا ۳۲)

3- گزینهٔ «۱» *(محمدعلی راست‌پیمان)*

با توجه به شکل، فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B برابر است با:

$$\Delta h = ۴۵ - ۱۵ = ۳۰cm$$

اختلاف فشار دو نقطهٔ A و B برابر است با:

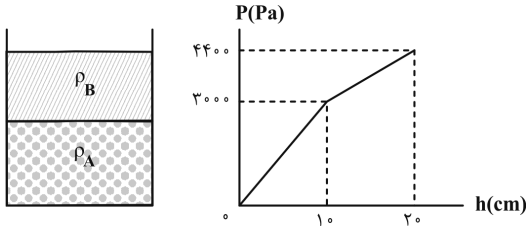
$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow ۷/۵\times ۱۰^{۳} = \rho \times ۱۰ \times ۰/۳$$

$$\Rightarrow \rho = ۲/۵\times ۱۰^{۳}\ \frac{kg}{m^{۳}} \Rightarrow \rho = ۲/۵\ \frac{g}{cm^{۳}}$$

(فیزیک ۱ – ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۳۸)

4- گزینهٔ «۴» *(مصطفی کیانی)*

ابتدا چگالی مایع‌های A و B را می‌یابیم. بنا به رابطهٔ $P = P_{۰} + \rho gh$، شیب نمودار P برحسب h برابر ρg است. داریم:



$$\rho_A g = \text{شیب خط ۱} = \frac{۳۰۰۰-۰}{۰/۱-۰} \Rightarrow \rho_A \times ۱۰ = \frac{۳۰۰۰}{۰/۱}$$

$$\Rightarrow \rho_A = ۳۰۰۰kg/m^{۳} = ۳g/cm^{۳}$$

$$\rho_B g = \text{شیب خط ۲} = \frac{۴۴۰۰-۳۰۰۰}{۰/۲-۰/۱} \Rightarrow \rho_B \times ۱۰ = \frac{۱۴۰۰}{۰/۱}$$

$$\Rightarrow \rho_B = ۱۴۰۰kg/m^{۳} = ۱/۴g/cm^{۳}$$

اکنون چگالی مخلوط را می‌یابیم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B}$$

$$\xrightarrow[\rho_A=۳g/cm^{۳},\rho_B=۱/۴g/cm^{۳}]{V_A=۱۰۰۰cm^{۳},V_B=۵۰۰cm^{۳}} \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{۳\times ۱۰۰۰ + ۱/۴\times ۵۰۰}{۱۰۰۰+۵۰۰}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{۳۷}{۱۵}\frac{g}{cm^{۳}} = \frac{۳۷۰۰۰}{۱۵}\frac{kg}{m^{۳}}$$

بنابراین فشار کل در عمق ۱۵۰ سانتی‌متری مخلوط دو مایع برابر است با:

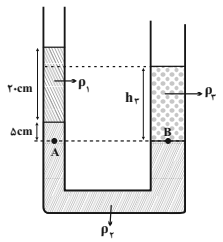
$$P = P_{۰} + \rho_{\text{مخلوط}} gh \xrightarrow[P_{۰}=۱۰۰۰۰۰Pa]{h=۱۵۰cm=۱/۵m}$$

$$P = ۱۰۰۰۰۰ + \frac{۳۷۰۰۰}{۱۵}\times ۱۰ \times ۱/۵ \Rightarrow P = ۱۳۷۰۰۰Pa$$

(فیزیک ۱ – ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۳۸)

5- گزینهٔ «۲» *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

در شکل زیر، فشار در نقاط هم‌تراز A و B برابر است. بنابراین داریم:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_۱ h_۱ + \rho_۲ h_۲ = \rho_۳ h_۳$$

$$\Rightarrow ۰/۸\times ۲۰ + ۲/۴\times ۵ = \rho_۳ h_۳$$

$$\Rightarrow \rho_۳ h_۳ = ۲۸\frac{g}{cm^{۲}}$$

اکنون جرم مایع سوم برابر است با:

$$m_۳ = \rho_۳ V_۳ = \rho_۳ A h_۳$$

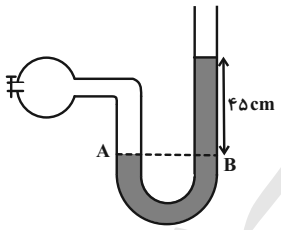
$$\Rightarrow m_۳ = (\rho_۳ h_۳).A \Rightarrow ۸۴ = ۲۸A \Rightarrow A = ۳cm^{۲}$$

(فیزیک ۱ – ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۳۸)

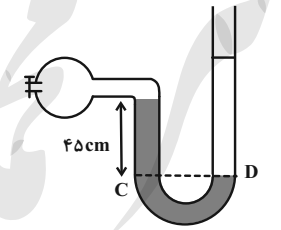
6- **گزینهٔ «۲»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

ابتدا فشار مخزن را در حالت اولیه محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{مخزن}} = P_{\circ} + P_{\text{جیوه}} = ۷۵ + ۴۵ = ۱۲۰\text{cmHg}$$



برای این‌که دوباره اختلاف ارتفاع جیوهٔ درون لوله برابر با ۴۵cm شود، باید فشار هوای درون مخزن را کاهش دهیم تا از فشار هوا کم‌تر گردد. در این حالت داریم:



$$P_C = P_D \Rightarrow P'_{\text{مخزن}} + P_{\text{جیوه}} = P_{\circ} \Rightarrow P'_{\text{مخزن}} = P_{\circ} - P_{\text{جیوه}}$$
$$\Rightarrow P'_{\text{مخزن}} = ۷۵ - ۴۵ = ۳۰\text{cmHg}$$

آنگاه داریم:

$$\Delta P = P'_{\text{مخزن}} - P_{\text{مخزن}} = ۳۰ - ۱۲۰ = -۹۰\text{cmHg}$$

(فیزیک ۱ — ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۴۰)

7- **گزینهٔ «۳»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

فشار وارد بر یک مایع بدون هیچ تغییری به تمام نقاط مایع منتقل می‌شود، داریم:

$$\Delta P = (\rho gh)_{\text{آب}} = ۵\text{cmHg} \Rightarrow (\rho_۱ h_۱)_{\text{آب}} = (\rho_۲ h_۲)_{\text{جیوه}}$$
$$\Rightarrow ۱ \times h = ۵ \times ۱۳/۶ \Rightarrow h = ۶۸\text{cm}$$

یعنی ارتفاع ستون آب درون ظرف باید به ۶۸cm برسد، داریم:

$$\Delta h = ۷۶ - ۶۸ = ۸\text{cm}$$

بنابراین باید ۸cm از ارتفاع آب بکاهیم. داریم:

$$m = \rho \Delta V = ۱ \times ۱۰ \times ۸ = ۸۰\text{g}$$

(فیزیک ۱ — ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۴۰)

8- **گزینهٔ «۱»** *(بابک اسلامی)*

برای جسمی که در سطح یک شاره شناور است، همواره اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر جسم که بالاسو است، با اندازهٔ نیروی وزن وارد بر جسم که به سمت پایین است، برابر می‌باشد.

(فیزیک ۱ — ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۴۰ تا ۴۳)

9- **گزینهٔ «۳»** *(زهره آقامحمدی)*

با توجه به معادلهٔ پیوستگی، در قسمتی که سطح مقطع لوله کم باشد، تندی شاره بیشتر است. پس داریم: $v_B > v_C > v_A$

از طرفی با توجه به اصل برنولی، وقتی تندی شاره افزایش می‌یابد، فشار کاهش می‌یابد.

$$P_B < P_C < P_A$$

پس گزینه‌های «۱» و «۲» نادرست‌اند.

برای گزینهٔ «۳» داریم:

$$A_B v_B = A_C v_C \xrightarrow{A=\pi\frac{d^۲}{۴}} \frac{d^۲}{۹} v_B = \frac{d^۲}{۴} v_C$$
$$\Rightarrow v_B = \frac{۹}{۴} v_C = ۲/۲۵ v_C$$

در گزینهٔ «۴» داریم:

$$A_C v_C = A_A v_A \Rightarrow \frac{d^۲}{۴} v_C = d^۲ v_A \Rightarrow v_C = ۴ v_A$$

پس گزینه «۴» هم نادرست است.

(فیزیک ۱ — ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۴۳ تا ۴۷)

10- **گزینهٔ «۲»** *(حسین مفرومی)*

۱) تندی هوا باعث کاهش فشار هوای بیرون کامیون می‌شود و برزنت آن پف می‌کند.

۲) تندی هوا در زیر بال هواپیما کمتر ولی فشار آن بیشتر است.

۳) با وزش باد تندی هوا بیشتر و فشار هوا کمتر و ارتفاع امواج بیشتر می‌شود.

۴) کاربرد اصل برنولی است.

(فیزیک ۱ — ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۴۳ تا ۴۷)

11- **گزینهٔ «۳»** *(محسن قندچلر)*

عبارت (الف) و (پ) صحیح می‌باشند.

عبارت (ب)؛ آب تا جایی بالا می‌رود که وزن آب بالا آمده در لوله، با نیروی دگرچسبی بین آب و شیشه برابر شود.

(فیزیک ۱ – ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۲۴ تا ۳۲)

12- **گزینهٔ «۲»** *(زهره آقامحمدی)*

فشار کل در عمق h از یک مایع برابر است با؛ $P = \rho gh + P_0$

$$P = ۱۲۵۰ \times ۱۰ \times ۰/۴ + ۹۵۰۰۰ = ۱۰۰۰۰۰ Pa = ۱۰۰ kPa$$

اگر در عمق h' فشار را با P' نشان دهیم، داریم؛

$$P' = ۱/۰۵P \Rightarrow \rho gh' + P_0 = ۱/۰۵ \times (۱۰۰۰۰۰)$$
$$\Rightarrow ۱۲۵۰ \times ۱۰ \times h' = ۱۰۰۰۰ \Rightarrow h' = ۰/۸ m = ۸۰ cm$$

پس اگر $۴۰ cm$ دیگر پایین برویم، فشار کل ۵ درصد افزایش می‌یابد.

(فیزیک ۱– ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۳۸)

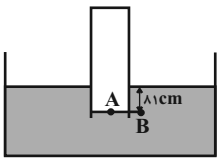
13- **گزینهٔ «۱»** *(زهره آقامحمدی)*

ابتدا با مساوی قرار دادن فشار نقاط هم‌تراز در مایع ساکن شکل (۱)، فشار هوای محیط را محاسبه می‌کنیم. فشار هوای محیط در شکل (۱) معادل فشار ۶/۳ متر از این مایع است.

$$P_{cmHg} = \frac{(\rho h)_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{۱/۵ \times ۶۳۰}{۱۳/۵} = ۷۰ cmHg$$
$$\Rightarrow P_0 = ۷۰ cmHg$$

اکنون در شکل (۲) با مساوی قرار دادن فشار نقاط A و B داریم؛

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{هوا}} = P_{\text{مایع}} + P_0$$



که در آن $P_{\text{مایع}}$ برابر است با؛

$$P_{\text{مایع}} = \frac{(\rho h)_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{۱/۵ \times ۸۱}{۱۳/۵} = ۹ cmHg$$
$$\Rightarrow P_{\text{هوا}} = ۹ + ۷۰ = ۷۹ cmHg$$

(فیزیک ۱– ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۳۸)

14- **گزینهٔ «۴»** *(خسرو ارغوانی‌فرد)*

اولاً قبل از ریختن روغن بر روی سطح آب، سطح آزاد آب در هر سه شاخه در یک ارتفاع قرار دارد و بعد از ریختن روغن، سطح آزاد آب در دو شاخهٔ دیگر در یک ارتفاع قرار می‌گیرد.

ثانیاً باید ببینیم که فشار تولیدی توسط ستون روغن معادل فشار چه ستونی از آب است؛

$$(\rho h)_{\text{روغن}} = (\rho h)_{\text{آب}} \Rightarrow ۰/۸ \times ۷۰ = ۱ \times h \Rightarrow h = ۵۶ cm$$

پس فرض می‌کنیم ستونی از آب به ارتفاع $h = ۵۶ cm$ به لولهٔ سمت راست اضافه می‌کنیم؛

این حجم از سیال $(V = Ah)$ در سه شاخه تقسیم می‌شود و ارتفاع سطح آب در سه شاخه به اندازهٔ h' بالا می‌برد به طوری‌که می‌توان گفت؛

$$Ah = Ah' + ۲Ah' + ۴Ah' \Rightarrow h' = \frac{h}{۷} = \frac{۵۶}{۷} = ۸ cm$$

(فیزیک ۱– ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۳۸)

15- **گزینهٔ «۱»** *(زهره آقامحمدی)*

با توجه به اینکه $m_1 = m$ و $m_2 = ۲m$ است داریم؛

$$m_2 = ۲m_1 \xrightarrow{m=\rho V} \rho_2 V_2 = ۲\rho_1 V_1 \xrightarrow{V=Ah}$$
$$\rho_2 h_2 = ۲\rho_1 h_1 \Rightarrow ۲/۲۵ \times h_2 = ۲ \times ۲/۷ h_1 \Rightarrow h_2 = ۲/۴ h_1 \quad (1)$$

از طرفی داریم؛

$$h_1 + h_2 = ۶۸ cm \xrightarrow{(1)} ۳/۴ h_1 = ۶۸ \Rightarrow \begin{cases} h_1 = ۲۰ cm \\ h_2 = ۴۸ cm \end{cases}$$

اکنون فشار ناشی از هر کدام از مایع‌ها را برحسب $cmHg$ محاسبه می‌کنیم.

$$P_{cmHg} = \frac{\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{جیوه}}} \Rightarrow P_1 = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_{Hg}} = \frac{۲/۷ \times ۲۰}{۱۳/۵} = ۴ cmHg$$
$$P_2 = \frac{\rho_2 h_2}{\rho_{Hg}} = \frac{۲/۲۵ \times ۴۸}{۱۳/۵} = ۸ cmHg$$

در نتیجه مجموع فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف برابر است با؛

$$P_1 + P_2 = ۱۲ cmHg$$

(فیزیک ۱– ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۳۸)

16- **گزینهٔ «۱»** *(بهنام رستمی)*

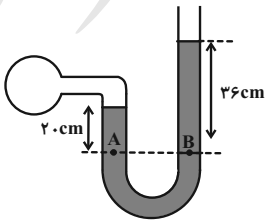
وقتی سطح جیوه داخل دو شاخه یکسان می‌شود که فشار ناشی از ستون آب با فشار ناشی از ستون مایع به چگالی ρ برابر شود. بنابراین فشار ستونی از آب که باید برداشته شود با فشار ناشی از ستون جیوه به ارتفاع $۰/۸cm$ برابر است. بنابراین داریم:

$$\rho_{آب}h_{آب}=\rho_{جیوه}h_{جیوه}\Rightarrow ۱\times h_{آب}=۱۳/۶\times ۰/۸$$
$$\Rightarrow h_{آب}=۱۰/۸۸cm$$

(فیزیک ۱- ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۳۸)

17- **گزینهٔ «۴»** *(مسعود قره‌خانی)*

فشار در نقاط هم‌تراز A و B برابر است. بنابراین:



$$P_A=P_B\Rightarrow P_{گاز}+(\rho gh)_{جیوه}=P_{۰}+(\rho gh)_{مایع}$$

از آنجا که سؤال، فشار را برحسب سانتی‌متر جیوه خواسته، ابتدا باید فشار ستون مایع سمت راست را به $cmHg$ تبدیل کنیم:

$$(\rho gh)_{مایع}=\rho_{جیوه}gh$$

$$\Rightarrow ۱/۷\times ۳۶=۱۳/۶\times h\Rightarrow h=۴/۵cm$$

پس می‌توان نوشت:

$$P_{گاز}+۲۰cmHg=P_{۰}+۴/۵cmHg$$
$$\Rightarrow P_{گاز}-P_{۰}=۴/۵cmHg-۲۰cmHg\Rightarrow P_g=-۱۵/۵cmHg$$

(فیزیک ۱- ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۴۰)

18- **گزینهٔ «۳»** *(بابک اسلامی)*

وقتی جسمی در شاره‌ای قرار می‌گیرد، نیروی بالاسوی خالصی به نام نیروی شناوری بر آن وارد می‌شود که ناشی از اختلاف فشار وارد بر جسم در بالا و پایین آن است.

(فیزیک ۱- ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۴۰ تا ۴۳)

19- **گزینهٔ «۴»** *(حسام نادری)*

طبق اصل برنولی، هر جا تندی شاره بیشتر باشد، فشار کمتر است و طبق معادلهٔ پیوستگی، هر چه سطح مقطع کوچکتر باشد، تندی شاره بیشتر است یعنی:

$$P\propto A\propto \frac{۱}{v}$$

پس در شکل سؤال، تندی در ناحیهٔ (۱) بیشتر از ناحیهٔ (۲) و در نتیجه فشار کمتر می‌شود و مایع در شاخهٔ راست لولهٔ U شکل بالا می‌آید و با توجه به اختلاف فشار داده شده بین دو شاخه داریم:

$$P_۲-P_۱=۱۰cmHg$$
$$\Delta P=\rho g\Delta h$$
$$\Rightarrow ۶/۸\times g\times \Delta h=۱۳/۶\times g\times ۱۰\Rightarrow \Delta h=۲۰cm$$

مایع در شاخهٔ راست بالا می‌آید و اختلاف سطح آن با شاخهٔ سمت چپ $۲۰cm$ می‌شود.

(فیزیک ۱- ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۴۰ و ۴۳ تا ۴۷)

20- **گزینهٔ «۲»** *(مصطفی واثقی)*

تندی حرکت شاره: هر چه سطح مقطع لوله کمتر باشد، تندی حرکت شاره بیشتر است، پس:

$$v_B>v_A$$

فشار شاره: طبق اصل برنولی، هر چه تندی حرکت شاره بیشتر باشد، فشار شاره کمتر است، پس:

$$P_A>P_B$$

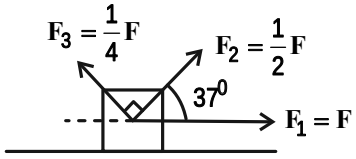
آهنگ شارش حجمی شاره: حجم شاره عبوری در واحد زمان یا همان آهنگ شارش حجمی شاره در تمامی مقطع لوله ثابت است.

جرم شاره عبوری در واحد زمان: چون شاره تراکم‌ناپذیر است و چگالی آن ثابت است، پس جرم شاره عبوری در واحد زمان نیز در تمامی مقطع لوله ثابت است.

(فیزیک ۱- ویژگی‌های فیزیکی مواد؛ صفحه‌های ۴۳ تا ۴۷)

فیزیک 1: **کار، انرژی و توان**: صفحه‌های 53 تا 82 | وقت پیشنهادی: 15 **دقیقه**

1- در شکل زیر، اگر جسم در جهت نیروی افقی $\vec{F}_1$ به اندازهٔ **d** جابه‌جا شود و در این جابه‌جایی کار کل انجام شده روی جسم، 1/5 برابر کار نیروی $\vec{F}_2$ باشد، کار نیروی اصطکاک طی این جابه‌جایی، چند برابر کار نیروی $\vec{F}_3$ است؟ $(\sin 37^0 = \cos 53^0 = 0/6)$

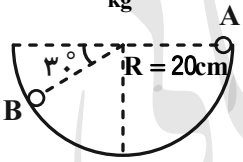


1) $\frac{13}{3}$
2) $-\frac{13}{3}$
3) $\frac{13}{30}$
4) $-\frac{13}{30}$

2- گلوله‌ای به جرم 200g را با سرعت $\vec{v}_1 = (15\frac{m}{s})\vec{i} + (20\frac{m}{s})\vec{j}$ از سطح زمین پرتاب می‌کنیم و پس از مدتی سرعت گلوله به $\vec{v}_2 = (6\frac{m}{s})\vec{i} - (8\frac{m}{s})\vec{j}$ می‌رسد. اگر اندازهٔ کار نیروی مقاومت هوا بر روی گلوله در این مدت برابر با 20/5J باشد، کار نیروی وزن روی آن چند ژول است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

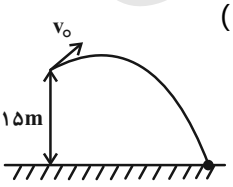
1) -32 2) 73 3) -73 4) 32

3- در شکل زیر گلوله‌ای به جرم 0/4kg داخل نیمکره‌ای به شعاع 20cm از نقطهٔ **A** رها می‌شود تا به نقطهٔ **B** برسد. اگر ضریب اصطکاک جنبشی گلوله با جدارهٔ داخلی نیمکره 0/2 باشد، طی این جابه‌جایی، کار نیروی وزن چند ژول است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



1) 0/1 2) 0/2 3) 0/4 4) 0/6

4- از بالای یک بلندی به ارتفاع 15m، جسمی را مطابق شکل زیر با تندی اولیهٔ v_0 پرتاب می‌کنیم. اگر جسم با تندی $20\frac{m}{s}$ به زمین برخورد کند، تندی اولیهٔ جسم چند متر بر ثانیه است؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید و $g = 10\frac{m}{s^2}$)



1) 10
2) 30
3) 20
4) 40

5- آونگی به طول **L** را از وضعیتی که نخ آن افقی است رها می‌کنیم. وقتی گلولهٔ آونگ پایین می‌آید، نخ آن به میخی که در فاصلهٔ **y** در زیر نقطهٔ آویز واقع شده است، گیر می‌کند و گلولهٔ آونگ می‌تواند دایرهٔ کاملی را به دور میخ طی کند. کمترین تندی گلوله در این مسیر دایره‌ای مطابق کدام گزینه است؟ (از اتلاف انرژی و جرم نخ صرف‌نظر کنید.)

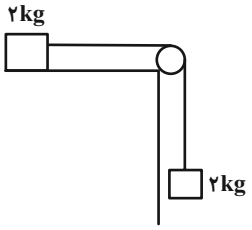
1) $2\sqrt{g(L-y)}$ 2) $\sqrt{2g(L-y)}$ 3) $2\sqrt{g(2y-L)}$ 4) $\sqrt{2g(2y-L)}$

محل انجام محاسبات

6- گلوله‌ای را از ارتفاع 30 متری سطح زمین با تندی $50\frac{m}{s}$ در راستای قائم به‌طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر انرژی جنبشی گلوله در ارتفاع 110 متری از سطح زمین 1800 ژول باشد، جرم گلوله چند کیلوگرم است؟ ($g=10\frac{N}{kg}$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.)

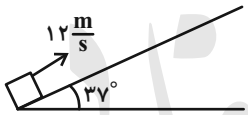
1) 0/5
2) 1
3) 2
4) 4

7- دستگاهی مطابق شکل از حال سکون رها می‌شود. اگر طی $2/45m$ جابه‌جایی وزنه‌ها، در اثر اصطکاک $8/5J$ انرژی تلف شود، تندی وزنه‌ها به چند متر بر ثانیه خواهد رسید؟ (فاصله‌ها به اندازهٔ کافی زیاد است و $g=10\frac{N}{kg}$)



1) 5
2) 4/75
3) 4/5
4) 4

8- جسمی به جرم $1/5kg$ را مطابق شکل، با تندی $12\frac{m}{s}$ روی سطح شیبداری به‌طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر حداکثر تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم در این جابه‌جایی $90J$ باشد، اندازهٔ نیروی اصطکاک وارد بر جسم چند نیوتون است؟ ($g=10\frac{N}{kg}$ و $\cos 37^0=0/8$)



1) 1/8
2) 3
3) 19/8
4) 33

9- توان مصرفی یک بالابر الکتریکی $40000W$ و بازدهٔ آن 40 درصد می‌باشد. چند ثانیه طول می‌کشد تا این بالابر وزنه‌ای به جرم $450kg$ را با تندی ثابت به اندازهٔ 20 متر بالا ببرد؟ ($g=10\frac{N}{kg}$)

1) 45
2) 21/5
3) 6/5
4) 5/625

10- توان ورودی کِشنده‌ای $600W$ می‌باشد. این کِشنده می‌تواند در مدت 10 ثانیه تندی $150kg$ بار را از صفر به $6\frac{m}{s}$ برساند. بازدهٔ این کشنده چند درصد است؟

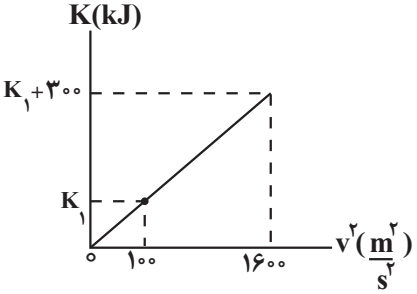
1) 55
2) 45
3) 85
4) 15

محل انجام محاسبات

ویژگی‌های فیزیکی مواد+کار، انرژی و توان
فیزیک ۱: صفحه‌های ۴۰ تا ۴۲ و ۵۳ تا ۶۸

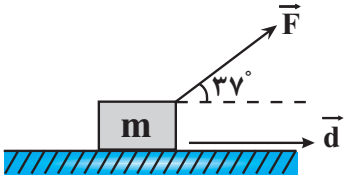
وقت پیشنهادی : **۱۵ دقیقه**

11 - در شکل زیر، نمودار انرژی جنبشی خودرویی برحسب مربع تندی آن، نشان داده شده است. تندی این خودرو چند متر بر ثانیه باشد تا انرژی جنبشی آن برابر با $5kJ$ شود؟



۱) ۱۲
۲) ۴
۳) ۲۰
۴) ۵

12 - در شکل زیر، نیروی $\vec{F}$ به جسمی به جرم m وارد می‌شود و کار این نیرو در جابه‌جایی $\vec{d}$ روی سطح افقی برابر W است. اگر با تغییر دادن جهت نیرو، زاویهٔ بین بردار نیرو و جابه‌جایی را بدون تغییر اندازهٔ آن‌ها، ۱۶ درجه افزایش دهیم، کار نیروی $\vec{F}$ به اندازهٔ $60J$ تغییر می‌کند. W چند ژول است؟ $(\cos 53^\circ = 0/6)$



۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۳۰۰

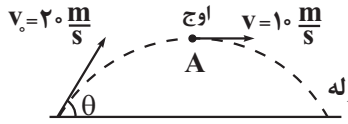
13 - جسمی بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک، ساکن است. این جسم توسط نیروی افقی و ثابت F روی سطح مسافت d را طی می‌کند و سپس وارد سطح دارای اصطکاک می‌شود و در این مسیر توسط همان نیروی F، مسافت $2d$ را طی می‌کند. اگر اندازهٔ انرژی جنبشی در انتهای حرکت، ۲۰ درصد بیشتر از اندازهٔ انرژی جنبشی در انتهای مسیر بدون اصطکاک باشد، نسبت اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی به نیروی F کدام است؟

۱) $\frac{1}{5}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) $\frac{9}{10}$ ۴) $\frac{4}{5}$

14 - شخصی به جرم $100kg$ درون آسانسوری قرار دارد و آسانسور از حال سکون و با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. کار نیرویی که کف آسانسور در ۲ ثانیهٔ اول حرکت بر روی شخص انجام می‌دهد، چند ژول است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) ۳۲۰۰ ۲) -3200 ۳) ۴۸۰۰ ۴) -4800

15 - مطابق شکل زیر، گلوله‌ای به جرم $1kg$ با سرعت اولیهٔ $v_0 = 20\frac{m}{s}$ تحت زاویهٔ θ رو به بالا پرتاب می‌شود. اگر این گلوله با تندی $v = 10\frac{m}{s}$ از نقطهٔ A (نقطه اوج) بگذرد، کار برایند نیروهای وارد بر گلوله از لحظهٔ پرتاب تا لحظهٔ رسیدن به نقطهٔ اوج چند ژول است؟

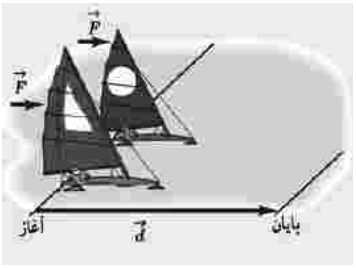


مسیر حرکت گلوله

۱) -150 ۲) -75
۳) -100 ۴) بستگی به زاویهٔ θ دارد.

محل انجام محاسبات

16- دو قایق مخصوص، روی سطح افقی یخ زده و بدون اصطکاک دریاچه‌ای مطابق شکل زیر، قرار دارند. جرم یکی از قایق‌ها، ۴ برابر دیگری است. قایق‌ها تحت اثر نیروی مساوی باد شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصلهٔ d می‌گذرند. درست پس از عبورشان از خط پایان، تندی قایق سبک‌تر، چند برابر تندی قایق دیگر است؟



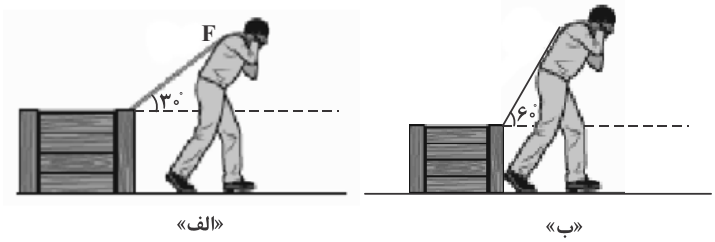
۱) ۲

۲) $۲\sqrt{۲}$

۳) ۴

۴) ۸

17- شخصی جعبه‌ای را با نیروی یکسان F در دو حالت «الف» و «ب» روی سطح افقی به سمت راست جابه‌جا می‌کند. اگر اندازهٔ کاری که شخص در هر دو حالت انجام می‌دهد بایکدیگر برابر باشد، نسبت جابه‌جایی جعبه در حالت «الف» به جابه‌جایی جعبه در حالت «ب» کدام است؟ $(\cos ۶۰^\circ = \frac{۱}{۲})$



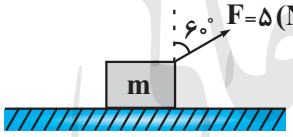
۱) $\sqrt{۳}$

۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$

۳) ۲

۴) $\frac{۱}{۲}$

18- در شکل زیر انرژی جنبشی جسمی به جرم $m = ۴۰۰g$ طی جابه‌جایی ۸۰ سانتی‌متر به سمت چپ، ۴ ژول تغییر می‌کند. اگر سطح افقی دارای اصطکاک باشد، کار نیروی اصطکاک طی این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(\sqrt{۳} = ۱/۷)$



۱) ۱/۲-

۲) ۰/۲-

۳) ۰/۶-

۴) ۲-

19- چند مورد از گزاره‌های زیر صحیح است؟

آ) در حرکت روی سطح افقی کار نیروی عکس‌العمل سطح همواره برابر صفر است.

ب) در حرکت ماهواره‌ها به دور زمین، کار نیروی گرانش وارد بر ماهواره برابر صفر است.

پ) اگر تندی جسمی افزایش یابد، الزاماً بر روی جسم کار انجام شده است.

ت) اگر جهت بردار سرعت جسم تغییر کند، الزاماً بر روی جسم کار انجام شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

20- گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g را با تندی اولیهٔ $۵۰\frac{m}{s}$ از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین به سمت پایین پرتاب می‌کنیم. اگر مسافت طی شده توسط گلوله از لحظهٔ پرتاب تا لحظه‌ای که پس از اولین برخورد به سطح زمین به ارتفاع اوج می‌رسد ۳۸ متر باشد، کار نیروی وزن وارد بر گلوله طی این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

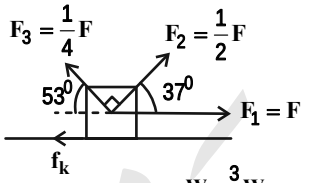
۱) ۴- ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۲-

محل انجام محاسبات

فیزیک 1

1- **گزینهٔ «1»** (سیدعلی میرنوری)

در جابه‌جایی افقی، چهار نیرو بر روی جسم کار انجام می‌دهند، بنابراین برای تعیین کار کل، باید کار هر یک از آن‌ها را محاسبه کرده و با یکدیگر جمع جبری کنیم. با توجه به شکل داریم:



$$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_3} + W_{f_k} \xrightarrow{W_t=\frac{3}{2}W_{F_2}}$$

$$\frac{3}{2}W_{F_2} = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_3} + W_{f_k}$$

$$\Rightarrow W_{F_1} + W_{F_3} + W_{f_k} = \frac{1}{2}W_{F_2}$$

$$\xrightarrow{W=Fd\cos\theta} Fd + \frac{1}{4}Fd\times(\frac{-6}{10}) + W_{f_k} = \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}Fd\times\frac{8}{10}$$

$$\Rightarrow Fd - \frac{3}{20}Fd + W_{f_k} = \frac{1}{5}Fd \Rightarrow W_{f_k} = -\frac{13}{20}Fd$$

و در آخر داریم:

$$\frac{W_{f_k}}{W_{F_3}} = \frac{-\frac{13}{20}Fd}{-\frac{3}{20}Fd} \Rightarrow \frac{W_{f_k}}{W_{F_3}} = \frac{13}{3}$$

(فیزیک 1: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 55 تا 60)

2- **گزینهٔ «1»** (مصطفی کیانی)

چون سرعت گلوله برحسب بردارهای یکه داده شده است، ابتدا اندازهٔ سرعت گلوله را می‌یابیم:

$$\vec{v}_1 = (15\frac{m}{s})\vec{i} + (20\frac{m}{s})\vec{j} \Rightarrow v_1 = \sqrt{15^2+20^2} = \sqrt{625}(\frac{m}{s})^2$$

$$\vec{v}_2 = (6\frac{m}{s})\vec{i} - (8\frac{m}{s})\vec{j} \Rightarrow v_2 = \sqrt{6^2+8^2} = \sqrt{100}(\frac{m}{s})^2$$

اکنون با استفاده از قضیهٔ کار - انرژی جنبشی، به‌صورت زیر، کار نیروی وزن را می‌یابیم. دقت کنید، کار نیروی مقاومت هوا همواره منفی است.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{f_D} + W_{mg} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

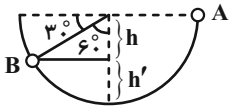
$$\xrightarrow[m=200g=0/2kg]{W_{f_D}=-20/5J} -20/5 + W_{mg} = \frac{1}{2}\times 0/2\times(100-625)$$

$$\Rightarrow -20/5 + W_{mg} = -52/5 \Rightarrow W_{mg} = -32J$$

(فیزیک 1: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 54 تا 64)

3- **گزینهٔ «3»** (خسرو ارغوانی‌فرد)

کار نیروی جاذبه (کار نیروی وزن) به نیروی اصطکاک بستگی ندارد و برابر mgh می‌باشد که h جابه‌جایی جسم در امتداد قائم می‌باشد.



$$h = R\cos 60^0 = 20\times\frac{1}{2} = 10cm = 0/1m$$

$$W = mgh = 0/4\times 10\times 0/1 = 0/4J$$

(فیزیک 1: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 55 تا 68)

4- **گزینهٔ «1»** (عبدالرضا امینی‌نسب)

با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی و در نظر گرفتن سطح زمین به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی، داریم:

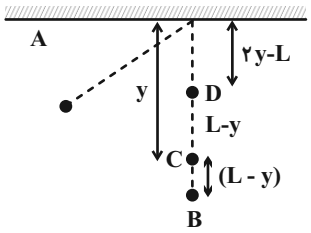
$$E_1 = E_2 \Rightarrow mgh + \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\Rightarrow 150 + \frac{1}{2}v_0^2 = \frac{1}{2}\times 400 \Rightarrow \frac{1}{2}v_0^2 = 50 \Rightarrow v_0 = 10\frac{m}{s}$$

(فیزیک 1: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 68 تا 70)

5- **گزینهٔ «4»** (سیوان سعیدی)

وقتی گلوله در مسیر دایره‌ای قرار می‌گیرد، کمترین تندی را در نقطهٔ D دارد. با توجه به شکل و در نظر گرفتن مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نقطهٔ B و استفاده از اصل پایستگی انرژی مکانیکی برای نقاط A و D، داریم:



$$E_A = E_D \Rightarrow U_A + K_A = U_D + K_D$$

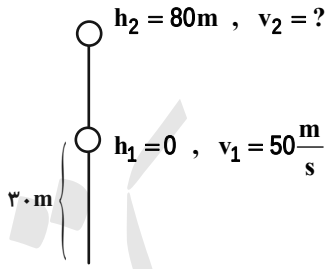
$$\Rightarrow mgL + 0 = \frac{1}{2}mv_D^2 + mg2(L-y)$$

$$\Rightarrow v_D = \sqrt{2g(2y-L)}$$

(فیزیک 1: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 68 تا 70)

6- **گزینهٔ** «4» (پوریا علاقه‌مند)

ابتدا تندی گلوله را در ارتفاع 110 متری سطح زمین که می‌شود 80 متری نقطهٔ پرتاب، حساب می‌کنیم. با در نظر گرفتن ارتفاع $30m$ به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی داریم:



$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\times(50)^2 + 10\times(0) = \frac{1}{2}v_2^2 + 10\times 80 \Rightarrow v_2^2 = 900$$

از طرفی انرژی جنبشی برابر است با:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 1800 = \frac{1}{2}m\times 900 \Rightarrow m = 4kg$$

(فیزیک ۱: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 54 تا 70)

7- **گزینهٔ** «3» (سعید شرق)

چون اتلاف انرژی داریم، با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$W_f = E_2 - E_1$$

$$\Rightarrow W_f = (U_2 + K_2) - (U_1 + K_1)$$

$$\Rightarrow W_f = \Delta U + \Delta K = mg\Delta h + (K_2 - K_1)$$

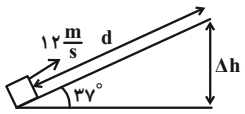
$$\Rightarrow -8/5 = 2\times 10\times(-2/45) + \frac{1}{2}\times(2+2)\times v^2$$

$$\Rightarrow 40/5 = \frac{1}{2}\times 4\times v^2 \Rightarrow v^2 = 20/25 \Rightarrow v = 4/5\frac{m}{s}$$

(فیزیک ۱: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 71 تا 73)

8- **گزینهٔ** «1» (زهره آقامحمدی)

ابتدا تغییر ارتفاع جسم را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta U = mg\Delta h \xrightarrow[m=\frac{3}{2}kg]{\Delta U=90J}$$

$$90 = \frac{3}{2}\times 10\times \Delta h \Rightarrow \Delta h = 6m$$

اکنون حداکثر جابه‌جایی جسم روی سطح شیبدار را محاسبه می‌کنیم:

$$\sin 37^0 = \frac{\Delta h}{d} \Rightarrow d = \frac{6}{0/6} = 10m$$

حال با استفاده از قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$W_{f_k} = E_2 - E_1 = \Delta U + \Delta K \xrightarrow[W_{f_k} = -f_k d]{K_2 = 0}$$

$$-f_k d = \Delta U - \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow -f_k\times 10 = 90 - \frac{1}{2}\times\frac{3}{2}\times 144$$

$$\Rightarrow -10f_k = 90 - 108 \Rightarrow f_k = 1/8N$$

(فیزیک ۱: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 71 تا 73)

9- **گزینهٔ** «4» (فسرو ارغوانی‌فرد)

با استفاده از تعریف بازده، توان خروجی بالابر را به‌دست می‌آوریم:

$$P_{\text{خروجی}} = 0/4\times 40000 = 16000W$$

توان، کار انجام شده در واحد زمان است. بنابراین:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$$

$$16000 = \frac{450\times 10\times 20}{t} \Rightarrow t = 5/625s$$

(فیزیک ۱: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 73 تا 76)

10- **گزینهٔ** «2» (مسعود قهرمانی)

ابتدا توان خروجی را محاسبه کنیم:

$$W = K_2 - K_1 \Rightarrow W = \frac{1}{2}mv_2^2 - 0 = \frac{1}{2}\times 150\times 6^2 = 2700J$$

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{W}{t} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = \frac{2700}{10} = 270W$$

برای محاسبهٔ بازده داریم:

$$\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}}\times 100$$

$$\Rightarrow \text{بازده} = \frac{270}{600}\times 100 = 45\%$$

(فیزیک ۱: کار، انرژی و توان: صفحه‌های 73 تا 76)

فیزیک ۱

11- **گزینهٔ «۴»** *(مریم شیخ‌ممو)*

ابتدا با استفاده از نمودار داده شده، K_1 را می‌یابیم. می‌دانیم به ازای $v_1^2 = 100\frac{m^2}{s^2}$، انرژی جنبشی برابر K_1 و به ازای $v_2^2 = 1600\frac{m^2}{s^2}$، انرژی جنبشی برابر $K_2 = K_1 + 300$ است. بنابراین داریم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{m=\text{ثابت}} \frac{K_2}{K_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} \Rightarrow \frac{K_1+300}{K_1} = \frac{1600}{100}$$

$$\Rightarrow \frac{K_1+300}{K_1} = 16 \Rightarrow 16K_1 = K_1 + 300 \Rightarrow 15K_1 = 300 \Rightarrow K_1 = 20kJ$$

اکنون تندی خودرو را برای حالتی‌که انرژی جنبشی آن برابر $5kJ$ است، می‌یابیم:

$$\frac{K_3}{K_1} = \frac{v_3^2}{v_1^2} \xrightarrow[K_1=20kJ]{K_3=5kJ,\ v_1^2=100\frac{m^2}{s^2}} \frac{5}{20} = \frac{v_3^2}{100}$$

$$\Rightarrow v_3^2 = 25 \Rightarrow |v_3| = 5\frac{m}{s}$$

(کار، انرژی و توان) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۵۴ و ۵۵)

12- **گزینهٔ «۲»** *(مصطفی کیانی)*

در حالت اول $\theta_1 = 37^\circ$ و $W_1 = W$ و در حالت دوم $\theta_2 = 37 + 16 = 53^\circ$ و $W_2 = W - 60$ است. بنابراین، با استفاده از رابطهٔ کار نیروی ثابت $\vec{F}$ در جابه‌جایی $\vec{d}$، به‌صورت زیر W را می‌یابیم. دقت کنید، در هر دو حالت، اندازه‌های F و d، ثابت‌اند. در ضمن، چون زاویهٔ بین $\vec{F}$ و $\vec{d}$، افزایش یافته است، طبق رابطهٔ $W = (F\cos\theta)d$ کار نیروی $\vec{F}$ کاهش می‌یابد.

$$\begin{cases} W_1 = (F\cos\theta_1)d \\ W_2 = (F\cos\theta_2)d \end{cases} \Rightarrow \frac{W_1}{W_2} = \frac{(F\cos\theta_1)d}{(F\cos\theta_2)d}$$

$$\Rightarrow \frac{W}{W-60} = \frac{\cos 37^\circ}{\cos 53^\circ} \xrightarrow[\cos 53^\circ = 0/6]{\cos 37^\circ = 0/8} \frac{W}{W-60} = \frac{0/8}{0/6}$$

$$\Rightarrow \frac{W}{W-60} = \frac{4}{3} \Rightarrow 4W - 240 = 3W \Rightarrow 4W - 3W = 240$$

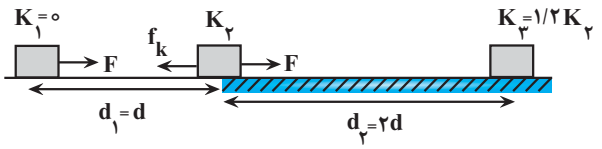
$$\Rightarrow W = 240J$$

(کار، انرژی و توان) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۵۵ تا ۶۰)

13- **گزینهٔ «۳»** *(مهدی زمانی)*

با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی و با توجه به این‌که $K_1 = 0$ و $K_3 = K_2 + \frac{20}{100}K_2 = 1/2K_2$ است، به‌صورت زیر نسبت $\frac{f_k}{F}$ را می‌یابیم.

برای قسمت اول مسیر داریم:



$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_F = K_2 - K_1 \xrightarrow[\theta=0,\ K_1=0]{W_F=(F\cos\theta)d} (F\cos 0^\circ)d = K_2$$

$$\Rightarrow K_2 = Fd$$

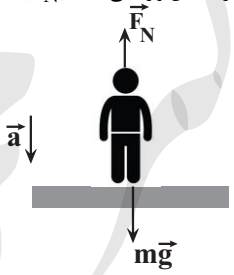
برای قسمت دوم مسیر می‌توان نوشت:

$$W_t = K_۳ - K_۲ \Rightarrow W'_F + W_{f_k} = K_۳ - K_۲ \xrightarrow{K_۳ = ۱/۲K_۲}$$
$$F(\cos ۰^\circ)\times ۲d + (f_k \cos ۱۸۰^\circ)\times ۲d = ۱/۲K_۲ - K_۲$$
$$\Rightarrow ۲Fd - ۲f_k d = ۰/۲K_۲ \xrightarrow{K_۲ = Fd} ۲Fd - ۲f_k d = ۰/۲ \times Fd$$
$$\Rightarrow ۱/۸Fd = ۲F_k d \Rightarrow ۱/۸F = ۲f_k$$
$$\Rightarrow \frac{f_k}{F} = \frac{۱/۸}{۲} \Rightarrow \frac{f_k}{F} = ۰/۹$$

(کار، انرژی و توان) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۶۱ تا ۶۳)

14- گزینهٔ «۲» (امیراحمد میرسعید)

آسانسور با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به‌صورت تندشونده به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، بنابراین، با توجه به شکل زیر، ابتدا، با استفاده از قانون دوم نیوتون اندازهٔ نیرویی را که کف آسانسور بر شخص وارد می‌کند (F_N)، می‌یابیم:



$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - F_N = ma \xrightarrow[a=۲\frac{m}{s^۲}]{m=۱۰۰kg, g=۱۰\frac{N}{kg}}$$
$$۱۰۰\times ۱۰ - F_N = ۱۰۰\times ۲ \Rightarrow F_N = ۸۰۰N$$

اکنون جابه‌جایی آسانسور را در ۲ ثانیهٔ اول حرکت پیدا می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \xrightarrow[a=۲\frac{m}{s^۲}]{v_۰=۰, t=۲s} \Delta x = \frac{۱}{۲}\times ۲\times ۴ + ۰$$
$$\Rightarrow \Delta x = ۴m \Rightarrow d = ۴m$$

در آخر، کار نیروی F_N را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید، چون $\vec{F}_N$ رو به بالا و $\vec{d}$ رو به پایین است، زاویهٔ بین آن‌ها $\theta = ۱۸۰^\circ$ می‌باشد.

$$W_{F_N} = (F_N \cos\theta)d \Rightarrow W_{F_N} = (۸۰۰\times \cos ۱۸۰^\circ)\times ۴$$
$$= ۸۰۰\times(-۱)\times ۴ \Rightarrow W_{F_N} = -۳۲۰۰J$$

(کار، انرژی و توان) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۵۵ تا ۵۸)

15- گزینهٔ «۱» (خسرو ارغوانی‌فرد)

طبق قضیهٔ کار و انرژی جنبشی، کار برایند نیروهای وارد بر جسم برابر تغییر انرژی جنبشی آن است. بنابراین با داشتن تندی اولیه و تندی نهایی جسم، کار برایند نیروها به‌دست می‌آید:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = \frac{۱}{۲}m(v^۲ - v_۰^۲) \xrightarrow[v = ۱۰\frac{m}{s}]{m=۱kg, v_۰=۲۰\frac{m}{s}}$$
$$W_t = \frac{۱}{۲}\times ۱\times(۱۰۰ - ۴۰۰) \Rightarrow W_t = -۱۵۰J$$

(کار، انرژی و توان) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۶۱ تا ۶۳)

16- گزینهٔ «۱» (خارج از کشور ریاضی ۱۴۰۱)

طبق قضیهٔ کار- انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow \frac{W_{t'}}{W_t} = \frac{K'_۲ - K'_۰}{K_۲ - K_۰}$$
$$\Rightarrow ۱ = \frac{m'v'^۲}{mv^۲} \Rightarrow ۱ = \frac{۴mv'^۲}{mv^۲} \Rightarrow \frac{v}{v'} = ۲$$

(کار، انرژی و توان) (فیزیک ۱، صفحهٔ ۵۴)

17- گزینهٔ «۲» (امیرحسین برادران)

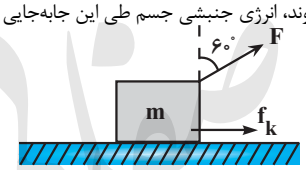
با توجه به رابطهٔ $W = Fd\cos\theta$ می‌توان نوشت:

$$W_A = Fd_A \cos\theta_A \xrightarrow[F_A = F_B, W_A = W_B]{\theta_A = ۳۰^\circ, \theta_B = ۶۰^\circ}$$
$$W_B = Fd_B \cos\theta_B$$
$$d_A \cos ۳۰^\circ = d_B \cos ۶۰^\circ$$
$$\Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \frac{\cos ۶۰^\circ}{\cos ۳۰^\circ} = \frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

(کار، انرژی و توان) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۵۵ تا ۶۰)

18- گزینهٔ «۳» (امیرحسین برادران)

با توجه به جهت نیروی F و جهت نیروی اصطکاک که هر دو در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می‌شوند، انرژی جنبشی جسم طی این جابه‌جایی کاهش می‌یابد.



مطابق قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\Delta K = W_t \xrightarrow[W_t = W_F + W_f, F=۵N, d=۸۰cm=۰/۸m]{\Delta K = -۴J, W_F = Fd\cos ۱۵۰^\circ, \cos ۱۵۰^\circ = -\frac{\sqrt{۳}}{۲}}$$
$$-۴ = ۵\times ۰/۸\times(\frac{-\sqrt{۳}}{۲}) + W_f \xrightarrow{\sqrt{۳}=۱/۷} -۴ = -۳/۴ + W_f$$
$$\Rightarrow W_f = -۰/۶J$$

(کار، انرژی و توان) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۶۱ تا ۶۳)

19- گزینهٔ «۲» (امیرحسین برادران)

بررسی موارد نادرست:

آ) کار نیروی عکس‌العمل سطح در جابه‌جایی روی سطح افقی زمانی برابر صفر است که سطح بدون اصطکاک باشد. در این صورت نیروی سطح تنها همان نیروی عمودی سطح است که بر جابه‌جایی عمود است.

ت) با توجه به رابطهٔ $W_t = \Delta K$، زمانی روی جسم کار انجام می‌شود که تندی آن (اندازه سرعت) تغییر کند. جهت بردار سرعت الزاماً با تغییر اندازهٔ آن همراه نیست.

(کار، انرژی و توان) (فیزیک ۱، صفحه‌های ۵۵ تا ۶۳)

20- گزینهٔ «۳» (امیرحسین برادران)

اختلاف ارتفاع گلوله در دو حالت را به‌دست می‌آوریم. با توجه به مسافت طی شده توسط گلوله ارتفاع اوج گلوله برابر است با:

$$\ell = h_۱ + h_۲ \xrightarrow[\ell = ۳۸m]{h_۱ = ۲۰m} h_۲ = ۱۸m$$

فیزیک ۱: دما و گرما: صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۲۶ | وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

1- چند کیلوگرم آب $70^\circ C$ را با $20kg$ آب $10^\circ C$ مخلوط کنیم تا آب $50^\circ C$ حاصل شود؟ (اتلاف انرژی نداریم.)

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

2- فلزی با ظرفیت گرمایی C و دمای $75^\circ C$ را داخل ظرفی به ظرفیت گرمایی $400\frac{J}{K}$ که محتوی ۵۰۰ گرم آب $10^\circ C$ است، می‌اندازیم. اگر دمای تعادل $50^\circ C$ باشد، C چند واحد SI است؟ (اتلاف گرما ناچیز و $c_{آب} = 4200\frac{J}{kg.K}$)

۱) ۴۰۰۰ ۲) ۵۰۰۰ ۳) ۳۷۵۰ ۴) ۲۰۰۰

3- چند کیلوژول گرما لازم است تا $2kg$ یخ $-5^\circ C$ را به آب $60^\circ C$ تبدیل کند؟ (اتلاف انرژی نداریم، $L_F = 334\frac{kJ}{kg}, c_{یخ} = 2100\frac{J}{kg^\circ.C}, c_{آب} = 4200\frac{J}{kg^\circ.C}$)

۱) ۱۱۹۳۰۰۰ ۲) ۲۱۹۳۰۰۰ ۳) ۱۱۹۳ ۴) ۲۱۹۳

4- قطعه یخی به جرم $810g$ و دمای $-10^\circ C$ را در ظرف آبی با دمای صفر درجهٔ سلسیوس می‌اندازیم. اگر در تعادل دمای قطعه یخ به $-2^\circ C$ برسد، چند گرم بر جرم یخ افزوده شده است؟ (اتلاف انرژی نداریم، $L_F = 320\frac{J}{g}, c_{یخ} = 2\frac{J}{g^\circ.C}$)

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۶۰ ۴) ۳۰

5- حداکثر چند گرم یخ $-20^\circ C$ را می‌توان به ۳۰۰ گرم آب $30^\circ C$ اضافه کرد تا تمامی یخ ذوب شود؟ (تبادل گرما فقط بین آب و یخ انجام می‌شود، $c_{یخ} = 2/1\frac{J}{g.K}$، $c_{آب} = 4/2\frac{J}{g.K}$ و $L_F = 336\frac{J}{g}$)

۱) ۹۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۳۰۰

6- در دو ظرف جداگانه و هم‌جنس A و B، به جرم‌های مساوی آب می‌ریزیم. اگر بر اثر تبخیر سطحی، جرم برابری از آب در هر دو ظرف به ترتیب در مدت زمان Δt_A و Δt_B تبخیر شده باشد، در کدام حالت $\Delta t_A > \Delta t_B$ است؟

۱) سطح مقطع ظرف A بیشتر از سطح مقطع ظرف B باشد.

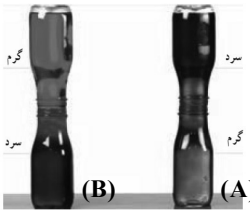
۲) فشار روی آب در ظرف A کمتر از فشار روی آب در ظرف B باشد.

۳) دمای آب در ظرف A کمتر از دمای آب در ظرف B باشد.

۴) ضریب انبساط خطی ظرف A بیشتر از ضریب انبساط خطی ظرف B باشد.

محل انجام محاسبات

7- مطابق شکل زیر به کمک کارت ویزیت مقوایی مانع از مخلوط شدن آب درون بطری‌ها شده‌ایم. اگر هم‌زمان کارت‌ها را از بین بطری‌ها خارج کنیم، برای بطری‌های شکل .... همرفت .... رخ خواهد داد.



۱) A- طبیعی

۲) B- طبیعی

۳) A- واداشته

۴) B – واداشته

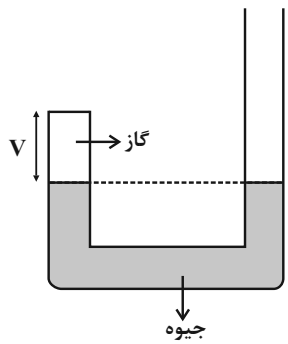
8- مخزنی به حجم ۱۲ لیتر حاوی مخلوطی از گازهای اکسیژن و هلیوم در دمای $47^\circ C$ و فشار $6/4 atm$ است. اگر جرم مخلوط گازها ۴۰ گرم باشد، چند درصد از جرم مخلوط را هلیوم تشکیل می‌دهد؟ ($M_{O_2} = 32 \frac{g}{mol}$ ، $M_{He} = 4 \frac{g}{mol}$ ، $R = 8 \frac{J}{mol.K}$ و $1atm = 10^5 Pa$)

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۲۰ ۴) ۸۰

9- چگالی گاز کاملی در فشار یک اتمسفر و دمای ۲۷ درجهٔ سلسیوس برابر $1/4 \frac{kg}{m^3}$ است. چگالی همان مقدار از این گاز در فشار ۲ اتمسفر و دمای ۱۲۷ درجهٔ سلسیوس چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۲/۱ ۳) ۱/۲ ۴) ۱۲

10- در نوعی از آزمایش بویل، داخل لولهٔ U شکل که یک طرف آن بسته است، جیوه به حال تعادل قرار دارد و حجم گاز آرمانی محبوس در طرف چپ لوله برابر V است. در شاخهٔ سمت راست جیوه می‌ریزیم به طوری که اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه برابر $38cm$ می‌شود. فشار و حجم گاز آرمانی محبوس به‌ترتیب چقدر خواهد شد؟ ($P_0 = 76cmHg$)



۱) $2V, 38cmHg$

۲) $\frac{2}{3}V, 114cmHg$

۳) $\frac{1}{3}V, 152cmHg$

۴) $\frac{1}{2}V, 76cmHg$

محل انجام محاسبات

فیزیک ۱: دما و گرما: صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۲۶ وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

11- یک گوی آلومینیومی به جرم ۱۰۰ گرم و دمای $100^\circ C$ و یک کرهٔ فلزی با دمای $80^\circ C$ را در درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $150\frac{J}{K}$ که حاوی ۵۰۰ گرم آب با دمای $30^\circ C$ است، می‌اندازیم. اگر دمای نهایی مجموعه پس از رسیدن به تعادل گرمایی $50^\circ C$ گردد، ظرفیت گرمایی کرهٔ فلزی چند $\frac{J}{K}$ می‌باشد؟ $(c_{آب}=4200\frac{J}{kg.^\circ C}, c_{آلومینیم}=900\frac{J}{kg.^\circ C})$

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۱۳۵۰ ۳) ۱۵۰۰ ۴) ۱۶۵۰

12- جرم یخ در مخلوطی از آب و یخ برابر با ۱۰۰ گرم است. اگر به این مخلوط $15/12kJ$ گرما دهیم، حجم مخلوط چند سانتی‌متر مکعب کاهش می‌یابد؟ $(c_{آب}=4/2\frac{kJ}{kg.K}, L_F=336\frac{kJ}{kg}, \rho_{یخ}=0/9\frac{g}{cm^3}, \rho_{آب}=1\frac{g}{cm^3})$

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۱۰

13- گرمکنی در فشار یک اتمسفر ۱/۵ لیتر آب $20^\circ C$ را در مدت ۵ دقیقه به دمای جوش می‌رساند. با این گرمکن طی مدت ۶ دقیقه حداکثر چند گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس را می‌توان به آب $100^\circ C$ تبدیل کرد؟ (اتلاف انرژی نداریم، $\rho_{آب}=1\frac{g}{cm^3}, c_{آب}=4200\frac{J}{kg.K}, L_{F_{یخ}}=336\frac{kJ}{kg}$)

۱) ۴۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۶۰۰

14- داخل ظرفی عایق با ظرفیت گرمایی $168\frac{J}{K}$ که محتوی $400g$ آب $5^\circ C$ است، فلزی به جرم $250g$ و دمای $54^\circ C$ را به آرامی می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، چه کسری از گرمایی که فلز از دست داده، توسط آب دریافت شده است؟ $(c_{آب}=4200\frac{J}{kg.K}$، $c_{فلز}=840\frac{J}{kg.K}$ و تبادل گرمایی با محیط نداریم.)

۱) $\frac{10}{11}$ ۲) $\frac{1}{11}$ ۳) $\frac{25}{44}$ ۴) $\frac{15}{44}$

15- چند کیلوژول گرما لازم است تا ۵ گرم یخ با دمای ۴- درجهٔ فارنهایت به آب با دمای ۱۰ درجهٔ سلسیوس تبدیل شود؟ $(c_{آب}=4/2\frac{J}{g.^\circ C}, c_{یخ}=2/1\frac{J}{g.^\circ C}, L_F=336\frac{J}{g})$

۱) ۲/۱ ۲) ۱۹۹۵ ۳) ۱۸۹۵ ۴) ۲۱۰۰

محل انجام محاسبات

16 - حداقل چند گرم آب $40^\circ C$ را بر روی قطعه یخی به جرم $200g$ و دمای $0^\circ C$ بریزیم، تا تمام یخ ذوب شود؟

$$(c_{آب} = 4200\frac{J}{kg.^\circ C}, L_F = 336000\frac{J}{kg})$$

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۴ ۳) ۱۰۰ ۴) ۴۰۰

17 - چند مورد از عبارات زیر، جملهٔ روبه‌رو را به‌صورت صحیح تکمیل می‌کند؟ «در سطح آزاد هر مایع، . . . .»

الف) در هر دمایی تبخیر رخ می‌دهد.

ب) مقدار مایع در اثر تبخیر کاهش می‌یابد.

پ) تبخیر روی می‌دهد که آهنگ تبخیر سطحی با افزایش دما و فشاری که بر مایع وارد می‌شود، افزایش می‌یابد.

ت) با افزایش سطح آزاد مایع، آهنگ تبخیر سطحی آن سریع‌تر می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

18 - اگر در فشار ثابت حجم مقدار معینی گاز از $7L$ به $13/3L$ برسد، دمای گاز بر حسب درجهٔ سلسیوس ۱۱ برابر می‌شود. دمای اولیهٔ گاز چند درجهٔ فارنهایت است؟

۱) ۴۸/۶ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۷ ۴) ۸۰/۶

19 - مخزنی به حجم ۱۱/۲ لیتر حاوی مخلوطی از گازهای آرمانی اکسیژن و هیدروژن به جرم ۲۲ گرم در دمای $27^\circ C$ است. اگر نسبت جرم گاز هیدروژن به گاز اکسیژن $\frac{3}{8}$ باشد، فشار مخلوط چند اتمسفر است؟ $(m_{O_2} = 32\frac{g}{mol}, m_{H_2} = 2\frac{g}{mol}, R = 8\frac{J}{mol.K})$

۱) ۳/۷۵ ۲) ۰/۳۷۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۷/۵

20 - یک لوله آزمایش به طول L که هر دو انتهای آن باز است را تا عمق $25cm$ در جیوه فرو می‌بریم. سپس دهانه بالایی آن‌را با انگشت مسدود کرده و از جیوه خارج می‌کنیم. اگر ارتفاع جیوهٔ داخل لوله ۱۰ سانتی‌متر کاهش یابد، L بر حسب سانتی‌متر کدام است؟ ($P_0 = 75cmHg$ و دما را ثابت فرض کنید.)

۱) ۴۰ ۲) ۴۵ ۳) ۵۰ ۴) ۶۵

محل انجام محاسبات

رشته ریاضی

فیزیک ۱

1- **گزینهٔ «۲»** *(حسین مفرومی)*

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow m_1c(\theta_e-\theta_1)+m_2c(\theta_e-\theta_2)=0$$

$$\Rightarrow m_1(50-70)+20\times(50-10)=0$$

$$\Rightarrow -20m_1+800=0\Rightarrow m_1=\frac{800}{20}=40kg$$

روش دوم:

$$\theta_e=\frac{m_1c_1\theta_1+m_2c_2\theta_2}{m_1c_1+m_2c_2}\xrightarrow{c_1=c_2}\theta_e=\frac{m_1\theta_1+m_2\theta_2}{m_1+m_2}$$

$$\Rightarrow 50=\frac{m_1\times70+20\times10}{m_1+20}\Rightarrow 50m_1+1000=70m_1+200$$

$$\Rightarrow 20m_1=800\Rightarrow m_1=40kg$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۳)

2- **گزینهٔ «۱»** *(سیدعلی میرنوری)*

برای تعیین دمای تعادل داریم:

$$Q_1+Q_2+Q_3=0$$

$$\Rightarrow (C\Delta\theta)_{\text{فلز ظرف}}+(mc\Delta\theta)_{\text{آب}}=0$$

$$\Rightarrow C\times(50-75)+400\times(50-10)+0/5\times4200\times(50-10)=0$$

$$\Rightarrow 25C=16000+84000\Rightarrow C=\frac{16000+84000}{25}=4000\frac{J}{K}$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۳)

3- **گزینهٔ «۳»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

مراحل این فرایند را به‌صورت طرح‌واره در شکل زیر ملاحظه می‌کنید:

$$\text{یخ } -5^\circ C\xrightarrow{Q_1}\text{یخ } 0^\circ C\xrightarrow{Q_2}\text{آب } 0^\circ C\xrightarrow{Q_3}\text{آب } 60^\circ C$$

$$Q_T=Q_1+Q_2+Q_3=(mc\Delta\theta)_{\text{یخ}}+mL_F+(mc\Delta\theta)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow Q_T=2\times2100\times5+2\times334000+2\times4200\times60$$
$$\Rightarrow Q_T=21000+668000+504000=1193000J$$
$$\Rightarrow Q_T=1193kJ$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۶)

4- **گزینهٔ «۱»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

آب صفر درجهٔ سلسیوس به عنوان جسم گرم، گرما از دست می‌دهد و ابتدا به یخ صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل و یخ صفر درجهٔ سلسیوس به‌دست آمده نیز به یخ $-2^\circ C$ تبدیل می‌شود. از طرفی یخ $-10^\circ C$ به یخ $-2^\circ C$ تبدیل می‌شود.

$$\text{آب } 0^\circ C\xrightarrow{Q_1}\text{یخ } 0^\circ C\xrightarrow{Q_2}\text{یخ } -2^\circ C\xleftarrow{Q_3}\text{یخ } -10^\circ C$$

جرم آب که به یخ صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌شود را m' می‌نامیم:

$$Q_1+Q_2+Q_3=0\Rightarrow -m'L_F+m'c\Delta\theta'+(m_{\text{یخ}}c\Delta\theta)=0$$

$$\Rightarrow -m'(320)+m'\times2\times(-2)+810\times2\times(8)=0$$

$$\Rightarrow -324m'=-12960\Rightarrow m'=40g$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۶)

5- **گزینهٔ «۳»** *(علیرضا گونه)*

$$m\text{ گرم یخ }-20^\circ C\xrightarrow{mc\Delta\theta}m\text{ گرم یخ }0^\circ C\xrightarrow{mL_F}m\text{ گرم آب }0^\circ C$$

$$300\text{ گرم آب }30^\circ C\xrightarrow{m_{\text{آب}}c\Delta\theta}300\text{ گرم آب }0^\circ C$$

$$Q_1+Q_2+Q_3=0\Rightarrow m\times2/1\times(0-(-20))+m\times336+300\times4/2\times(0-30)=0$$

$$\Rightarrow 10m+80m=9000\Rightarrow m=100g$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۶)

6- **گزینهٔ «۳»** *(میثم رشتیان)*

اگر بخواهیم تبخیر سطحی در ظرف A در مدت زمان بیشتری صورت گیرد، باید آهنگ تبخیر سطحی در ظرف A کمتر باشد. با افزایش عواملی چون دمای مایع، دمای محیط و مساحت سطح مایع، آهنگ تبخیر سطحی افزایش و با کاهش فشار، تبخیر سطحی با آهنگ بیشتری انجام خواهد شد. پس اگر دمای آب در ظرف A کمتر از دمای آب در ظرف B باشد، آهنگ تبخیر آب در ظرف A کمتر بوده و $\Delta t_A>\Delta t_B$ خواهد شد.

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۷ و ۱۰۸)

7- **گزینهٔ «۱»** *(بهنام رستمی)*

برای ایجاد جریان همرفتی باید بخشی از سیال (مایع یا گاز) که دمای بالاتری دارد پایین‌تر از سیال با دمای پایین‌تر قرار بگیرد **(A)**، از طرفی همرفتی که بدون دخالت پمپ انجام شود، همرفت طبیعی است.

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۱۲ تا ۱۱۴)

8- **گزینهٔ «۳»** *(مسعود قره‌خانی)*

ابتدا با توجه به معادلهٔ حالت، مقدار مول گاز را پیدا می‌کنیم:

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{۶/۴\times۱۰^{۵}\times۱۲\times۱۰^{-۳}}{۸\times۳۲۰}$$

$$\Rightarrow n = \frac{۶۴۰\times۱۲}{۸\times۳۲۰} = ۳mol$$

$$\Rightarrow n_{He} + n_{O_۲} = ۳ \qquad (۱)$$

از طرفی با توجه به جرم مولی گازها می‌توان نوشت:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$\Rightarrow m = nM \Rightarrow m_{He} = ۴n_{He}, m_{O_۲} = ۳۲n_{O_۲}$$

همچنین داریم:

$$m_{He} + m_{O_۲} = ۴۰ \Rightarrow ۴n_{He} + ۳۲n_{O_۲} = ۴۰ \qquad (۲)$$

با حل هم‌زمان معادله‌های (۱) و (۲) داریم:

$$n_{He} = ۲mol \ , \ n_{O_۲} = ۱mol$$

بنابراین:

$$m_{He} = ۲\times۴ = ۸g \Rightarrow \text{درصد جرمی هلیوم} = \frac{۸}{۴۰}\times۱۰۰ = ۲۰٪$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۲۳)

9- **گزینهٔ «۲»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

می‌دانیم رابطهٔ قانون گازها به‌صورت زیر می‌باشد:

$$PV = nRT$$

ازطرفی برای مقایسهٔ حالت مقدار معینی از یک گاز کامل داریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲}$$

در این رابطه، دما حتماً باید برحسب کلوین جای‌گذاری شود ولی فشارها و حجم‌ها باید یکای یکسانی داشته باشند.

$$\begin{cases} T_۱ = ۲۷۳ + ۲۷ = ۳۰۰K & , \quad P_۱ = ۱atm \\ T_۲ = ۲۷۳ + ۱۲۷ = ۴۰۰K & , \quad P_۲ = ۲atm \end{cases}$$

با جای‌گذاری داریم:

$$\frac{۱\times V_۱}{۳۰۰} = \frac{۲\times V_۲}{۴۰۰} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۲}{۳}$$

از طرفی می‌دانیم چگالی گاز با حجم آن نسبت عکس دارد. بنابراین:

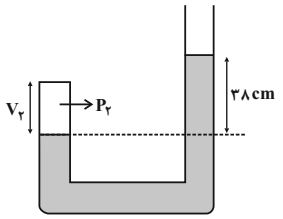
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{V_۱}{V_۲} = \frac{۳}{۲}$$

$$\xrightarrow{\rho_۱ = ۱/۴ \frac{kg}{m^۳}} \rho_۲ = \frac{۳}{۲}\times۱/۴ = ۲/۱\frac{kg}{m^۳}$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۲۳)

10- **گزینهٔ «۲»** *(زهره آقامحمدی)*

با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن داریم:



$$P_۲ = h_{Hg} + P_۰ = ۳۸ + ۷۶ = ۱۱۴cmHg$$

در آزمایش بویل، دمای گاز ثابت است، پس می‌توان نوشت:

$$P_۱V_۱ = P_۲V_۲ \xrightarrow{P_۱ = P_۰} ۷۶\times V = ۱۱۴V_۲ \Rightarrow V_۲ = \frac{۲}{۳}V$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۲۳)

فیزیک ۱

11- **گزینهٔ «۲»** (حسین مفرومی)

$$(m_1c_1\Delta\theta_1)_{\text{آلومینیم}}+(C\Delta\theta)_{\text{کره}}+(m_2c_2\Delta\theta_2)_{\text{آب}}+(C\Delta\theta)_{\text{گرماسنج}}=0$$
$$\Rightarrow 0/1\times900\times(50-100)+C_{\text{کره}}\times(50-80)$$
$$+0/5\times4200\times(50-30)+150\times(50-30)=0$$
$$\Rightarrow -4500-30C_{\text{کره}}+42000+3000=0$$
$$\Rightarrow 30C_{\text{کره}}=40500\Rightarrow C_{\text{کره}}=1350\frac{J}{K}$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۳)

12- **گزینهٔ «۲»** (مصطفی واثقی)

ابتدا جرم یخ ذوب شده را محاسبه می‌کنیم:

$$Q=mL_F\Rightarrow 15/12\times1000=m\times336000$$
$$\Rightarrow m=0/045kg=45g$$

جرم یخ ذوب شده با جرم آب ایجاد شده با هم برابر است، پس:

$$V=\frac{m}{\rho}\Rightarrow\begin{cases}V_{\text{آب}}=\frac{45}{1}=45cm^3\\ V_{\text{یخ}}=\frac{45}{0/9}=50cm^3\end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{کاهش‌حجم مخلوط}=45-50=-5cm^3$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۶)

13- **گزینهٔ «۲»** (مسعود قره‌خانی)

توان گرمکن ثابت است. یعنی:

$$P_1=P_2\xrightarrow{P=\frac{Q}{t}}\frac{Q_1}{t_1}=\frac{Q_2}{t_2}$$

$$\Rightarrow\frac{m_1c_1\Delta\theta}{t_1}=\frac{m_2L_F+m_2c_2\Delta\theta_2}{t_2}$$

$$\xrightarrow{\rho_{\text{آب}}=1\frac{g}{cm^3}=1\frac{kg}{L}}\frac{1/5\times4200\times80}{5\times60}=\frac{336000m+42000m}{6\times60}$$
$$\Rightarrow m=0/8kg=800g$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۳)

14- **گزینهٔ «۱»** (زهره آقامحمدی)

چون تبادل گرمایی با محیط نداریم، می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{آب}}+Q_{\text{ظرف}}+Q_{\text{فلز}}=0$$

در ابتدا دمای آب و ظرف یکسان است.

$$mc_{\text{آب}}\Delta\theta+C_{\text{ظرف}}\Delta\theta+m'c'\Delta\theta'=0$$
$$\Rightarrow 0/4\times4200\times(\theta_e-5)+168(\theta_e-5)+0/25\times840(\theta_e-54)=0$$
$$\Rightarrow\theta_e=10^\circ C$$

بنابراین:

$$\left|\frac{Q_{\text{آب}}}{Q_{\text{فلز}}}\right|=\frac{0/4\times4200\times5}{0/25\times840\times44}=\frac{10}{11}$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۳)

15- **گزینهٔ «۱»** (علیرضا گونه)

ابتدا دمای ۴- درجهٔ فارنهایت را به درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$-4=\frac{9}{5}\theta+32\Rightarrow\theta=-20^\circ C$$

یخ $-20^\circ C$ ابتدا به یخ صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل شده سپس ذوب می‌شود و پس از آن به آب با دمای $10^\circ C$ خواهد رسید، بنابراین می‌توان نوشت:

$$Q=m_{\text{یخ}}c_{\text{یخ}}\Delta\theta_{\text{یخ}}+m_{\text{یخ}}L_F+m_{\text{یخ}}c_{\text{آب}}\Delta\theta_{\text{آب}}$$
$$\Rightarrow Q=\frac{5}{1000}\times2100\times(0-(-20))+\frac{5}{1000}\times336\times10^3+\frac{5}{1000}$$
$$\times4200\times(10-0)=210+1680+210=2100J=2/1kJ$$

(فیزیک ۱ - دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۶)

16- **گزینهٔ «۴»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

چون باید تمام یخ ذوب شود، بنابراین حالت نهایی تعادل آب صفر درجهٔ سلسیوس خواهد بود، داریم:

$$\text{یخ } ۰^\circ C \xleftarrow{Q_۲} \text{آب } ۰^\circ C \xrightarrow{Q_۱} \text{آب } ۴۰^\circ C$$

$$|Q_۱| = |Q_۲| \Rightarrow (m_۱ c_۱ \Delta\theta)_{\text{آب}} = m_۲ L_F$$

$$\Rightarrow m_۱ \times ۴۲۰۰ \times ۴۰ = \frac{۲}{۱۰} \times ۳۳۶۰۰۰ \Rightarrow m_۱ = ۰/۴kg = ۴۰۰g$$

(فیزیک ۱ – دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۶)

17- **گزینهٔ «۳»** *(شارمان ویسی)*

آهنگ تبخیر سطحی با فشار هوای وارد بر مایع رابطهٔ عکس دارد. موارد «الف»، «ب»، «ت» جمله را به‌صورت صحیح کامل می‌کنند.

(فیزیک ۱ – دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۰۷ و ۱۰۸)

18- **گزینهٔ «۴»** *(خسرو ارغوانی‌فرد)*

ابتدا تغییر دما بر حسب کلوین را به‌دست می‌آوریم:

$$T_۱ = ۲۷۳ + \theta_۱$$

$$T_۲ = ۲۷۳ + \theta_۲ \xrightarrow{\theta_۲ = ۱۱\theta_۱} T_۲ = ۲۷۳ + ۱۱\theta_۱$$

$$P_{\text{ثابت}} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{۱۳/۳}{۷} = \frac{۲۷۳ + ۱۱\theta_۱}{۲۷۳ + \theta_۱}$$

$$\Rightarrow \theta_۱ = ۲۷^\circ C$$

$$F_۱ = \frac{۹}{۵}\theta_۱ + ۳۲ \xrightarrow{\theta_۱ = ۲۷^\circ C} F_۱ = \frac{۹}{۵} \times ۲۷ + ۳۲$$

$$\Rightarrow F_۱ = ۸۰/۶^\circ F$$

(فیزیک ۱ – دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۲۳)

19- **گزینهٔ «۴»** *(زهره آقامحمدی)*

اکسیژن را گاز (۱) و هیدروژن را گاز (۲) می‌گیریم.

$$\begin{cases} m_۱ + m_۲ = ۲۲g \\ \frac{m_۲}{m_۱} = \frac{۳}{۸} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_۱ = ۱۶g \\ m_۲ = ۶g \end{cases}$$

با توجه به رابطهٔ $n = \frac{m}{M}$، تعداد مول‌های هر گاز را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} n_۱ = \frac{۱۶}{۳۲} = ۰/۵mol \\ n_۲ = \frac{۶}{۲} = ۳mol \end{cases} \Rightarrow n_{\text{کل}} = n_۱ + n_۲ = ۳/۵mol$$

با توجه به معادلهٔ حالت گاز آرمانی داریم:

$$PV = nRT$$

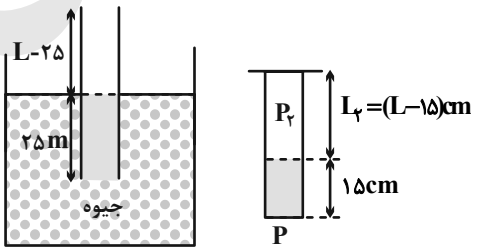
$$\xrightarrow{T = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰K} P \times ۱۱/۲ \times ۱۰^{-۳} = ۳/۵ \times ۸ \times ۳۰۰$$

$$\Rightarrow P = ۷/۵ \times ۱۰^۵ Pa = ۷/۵atm$$

(فیزیک ۱ – دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۲۳)

20- **گزینهٔ «۴»** *(شارمان ویسی)*

شکل مناسبی برای سؤال رسم می‌کنیم.



$$P_۱ = P_۰ \qquad P_۲ + ۱۵ = P_۰$$
$$L_۱ = (L - ۲۵)cm \qquad P_۲ = P_۰ - ۱۵ = ۶۰cmHg$$

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \xrightarrow{V = AL} P_۱L_۱ = P_۲L_۲$$

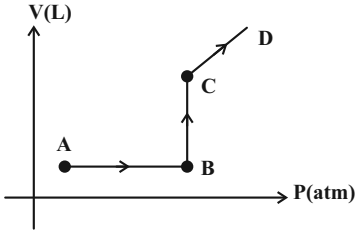
$$\Rightarrow ۷۵(L - ۲۵) = ۶۰(L - ۱۵)$$

$$\Rightarrow ۵L - ۱۲۵ = ۴L - ۶۰ \Rightarrow L = ۶۵cm$$

(فیزیک ۱ – دما و گرما؛ صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۲۳)

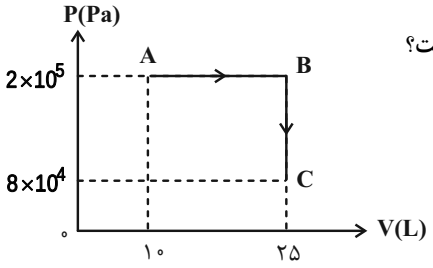
فیزیک 1: ترمودینامیک: صفحه‌های 127 تا 149 — وقت پیشنهادی: 15 **دقیقه**

1 - مطابق نمودار زیر، گاز کاملی سه فرایند متفاوت را طی می‌کند، کاری که محیط بر روی گاز در فرایندهای AB ، BC و CD انجام می‌دهد، به‌ترتیب از راست به چپ چه علامتی دارد؟



1) مثبت، کاری انجام نمی‌دهد، مثبت
2) منفی، کاری انجام نمی‌دهد، منفی
3) کاری انجام نمی‌دهد، مثبت، مثبت
4) کاری انجام نمی‌دهد، منفی، منفی

2 - مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز کامل در مسیر ABC از حالت A به حالت C می‌رود. اگر کل کار و گرمای مبادله شده بین گاز و محیط را در این مسیر به‌ترتیب با W و Q نشان دهیم، حاصل $\left|\frac{W}{Q}\right|$ کدام است؟

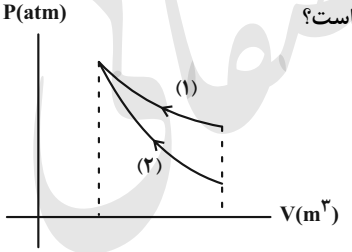


1) 1
2) 0/125
3) 0/6
4) 0/15

3 - در یک فرایند آرمانی با آن‌که دستگاه از محیط گرما دریافت نمی‌کند، ولی دمایش افزایش می‌یابد. این فرایند .... است.

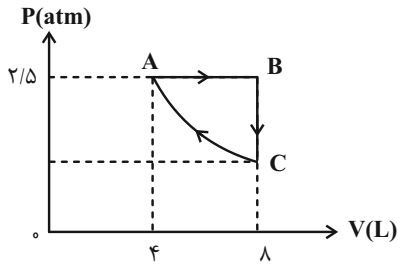
1) انبساط هم‌دما 2) تراکم بی‌دررو 3) انبساط هم‌فشار 4) هم‌حجم

4 - مقدار معینی گاز کامل دو فرایند مجزای هم‌دما و بی‌دررو را به‌صورت شکل زیر طی کند. اگر تغییر انرژی درونی فرایند (1) 100J کمتر از فرایند (2) باشد، کاری که محیط روی گاز در فرایند (2) انجام می‌دهد، چند ژول است؟



1) -100
2) -200
3) 100
4) 200

5 - 0/25mol گاز کامل در فشار 2/5 اتمسفر دارای حجم 4 لیتر است. اگر این گاز چرخه‌ای مطابق شکل زیر را بپیماید که در آن فرایند CA فرایندی هم‌دما است، دمای گاز در نقاط C و B به‌ترتیب از راست به چپ چند درجهٔ سلسیوس است؟ $(R = 8\frac{J}{mol.K})$



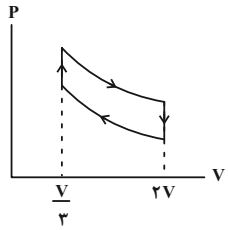
1) 500 و 1000
2) 400 و 900
3) 227 و 454
4) 227 و 727

محل انجام محاسبات

6 - در کدام قسمت ماشین بخار وات، بخار آب منبسط می‌شود و فشار آن کاهش می‌یابد؟

1) دیگ بخار
2) چگالنده
3) استوانه
4) تلمبه

7 - چرخه یک ماشین گرمایی درون‌سوز مطابق شکل زیر است. نسبت تراکم این ماشین کدام است؟



1) 2
2) 6
3) $\frac{1}{2}$
4) $\frac{1}{6}$

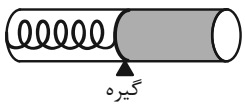
8 - یک ماشین گرمایی در هر دقیقه $21/6kJ$ گرما از منبع دما بالا دریافت می‌کند. اگر در هر دقیقه 90 چرخه را طی کند و در هر چرخه $156J$ گرما به منبع دما پایین بدهد، بازدهٔ آن چند درصد است؟

1) 35
2) 25
3) 75
4) 65

9 - در کدام‌یک از گزینه‌های زیر، مقادیر داده شده مربوط به چرخهٔ یک یخچال است و قانون دوم ترمودینامیک در آن نقض نشده است؟

1) $Q_H = 750J \;،\; W = -750J \;،\; Q_L = 0$
2) $Q_H = -1200J \;،\; W = 0 \;،\; Q_L = 1200J$
3) $Q_H = 850J \;،\; W = -250J \;،\; Q_L = -600J$
4) $Q_H = -1100J \;،\; W = 650J \;،\; Q_L = 450J$

10 - در شکل زیر استوانه‌ای به طول $100cm$ و سطح مقطع $50cm^2$ از طریق پیستونی که اصطکاک آن با دیواره‌ها ناچیز است، به دو قسمت مساوی تقسیم شده است. نیمهٔ سمت راست، محتوی 16 گرم گاز آرمانی اکسیژن با دمای $77°C$ و نیمهٔ سمت چپ، خلأ و دارای یک فنر با طول عادی در حال تعادل است. اگر گیرهٔ متصل به پیستون را برداریم، فنر $20cm$ فشرده شده و در همان وضعیت باقی می‌ماند. اگر دمای گاز ثابت بماند ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ $(M_{O_2} = 32\frac{g}{mol}, R = 8\frac{J}{mol.K})$



1) $1/5\times10^4$
2) 10^4
3) $\frac{4}{3}\times10^4$
4) $7/5\times10^4$

محل انجام محاسبات

فیزیک 1: ترمودینامیک: صفحه‌های 127 تا 149 | وقت پیشنهادی: 15 **دقیقه**

11 - اگر طی فرایندی، دمای مطلق و فشار مقدار معینی گاز کامل به‌ترتیب دو و چهار برابر شود، حجم نهایی گاز چند برابر حجم اولیهٔ آن خواهد شد؟

1) $\frac{1}{2}$ 2) 2

3) 4 4) $\frac{1}{4}$

12 - کدام عبارت دربارهٔ فرایندهای ترمودینامیکی برای مقدار معینی گاز کامل نادرست است؟

1) کار در فرایند هم‌حجم صفر است.

2) در فرایند هم فشار، بزرگی گرمای مبادله شده بیشتر از بزرگی تغییرات انرژی درونی است.

3) در فرایند هم دما، تغییرات انرژی درونی صفر است.

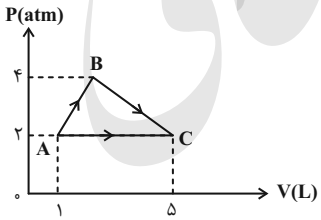
4) در فرایند انبساط بی‌دررو، تغییرات انرژی درونی مثبت است.

13 - در کدام فرایند زیر برای مقدار معینی گاز کامل، انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد؟

1) انبساط هم‌دما 2) انبساط بی‌دررو

3) تراکم هم‌دما 4) انبساط هم‌فشار

14 - مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز کامل طی دو مسیر متفاوت از حالت **A** به حالت **C** می‌رسد. کار انجام شده روی گاز در مسیر **ABC** چند برابر کار انجام شده روی گاز در مسیر **AC** است؟



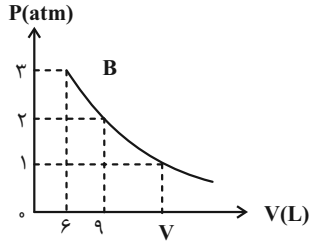
1) 1

2) $\frac{3}{2}$

3) $\frac{4}{3}$

4) باید V_B معلوم باشد.

15 - نمودار $P-V$ یک مول گاز کامل در یک فرایند آرمانی خاص مطابق شکل زیر است. در فشار **1atm**، به‌ترتیب از راست به چپ، حجم گاز بر حسب لیتر و دمای آن بر حسب درجهٔ سلسیوس کدام است؟ $(R = 8\frac{J}{mol.K})$



1) 15 و 48

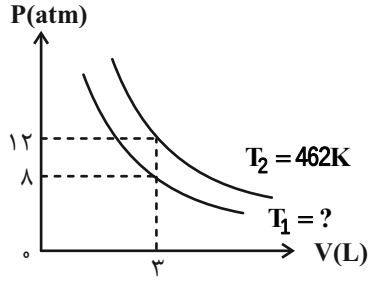
2) 18 و -48

3) 15 و 225

4) 18 و 225

محل انجام محاسبات

16 - اگر نمودار $P-V$ دو فرایند هم‌دمای T_1 و $T_2 = 462K$ مطابق شکل زیر باشد، T_1 چند کلوین است؟



1) 693
2) 462
3) 308
4) 231

17 - مقدار معینی گاز آرمانی چرخه‌ای را در سه مرحله طی می‌کند: انبساط بی‌دررو و با کار کل روی محیط $125J$، تراکم هم‌دما در دمای $325K$ و افزایش فشار در حجم ثابت، در مرحلهٔ آخر چرخه، چند ژول انرژی به‌صورت گرما مبادله شده است؟

1) 125
2) 250
3) 325
4) 425

18 - با یک ماشین گرمایی، می‌توان در هر دقیقه وزنه‌ای به جرم $50kg$ را به اندازهٔ $20m$ با تندی ثابت از سطح زمین بالا برد. اگر بازدهٔ این ماشین 25 درصد باشد، گرمایی‌که ماشین در هر دقیقه از منبع دمابالا می‌گیرد، چند کیلوژول است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

1) 10
2) 20
3) 30
4) 40

19 - اگر اندازهٔ گرمایی که یک یخچال آرمانی به محیط بیرون می‌دهد، $\frac{6}{5}$ برابر اندازهٔ گرمایی باشد که از مواد داخل یخچال می‌گیرد، نسبت گرمای گرفته شده از منبع دماپایین به کار انجام شده روی یخچال $(\frac{Q_L}{W})$ کدام است؟

1) 4
2) 5
3) 6
4) 7

20 - یخچال (1) با توان مصرفی P جرم m از آب $\theta°C$ را در مدت t به یخ صفر درجهٔ سلسیوس و یخچال (2) با توان مصرفی $1/5P$ جرم $3m$ از آب $\theta°C$ را در مدت $2t$ به یخ صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌کند. گرمایی که یخچال (2) به منبع دمابالا می‌دهد چند برابر گرمایی است که یخچال (1) به منبع دمابالا می‌دهد؟

1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

محل انجام محاسبات

فیزیک ۱

1- **گزینهٔ «۴»** *(بهادر کامران)*

کاری که محیط بر روی گاز (دستگاه) انجام می‌دهد، در هنگام تراکم، مثبت و در هنگام انبساط، منفی است و هنگامی‌که حجم ثابت باشد صفر است دقت کنید در این سؤال محور قائم نشان دهندهٔ حجم گاز می‌باشد.

$A \to B$: حجم ثابت است $\to W_{AB} = 0$

$B \to C$: حجم زیاد می‌شود $\to W_{BC} < 0$

$C \to D$: حجم زیاد می‌شود $\to W_{CD} < 0$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۹)

2- **گزینهٔ «۱»** *(خسرو ارغوانی‌فرد)*

با توجه به اینکه $P_A V_A = P_C V_C$ می‌باشد لذا $T_A = T_C$ و در نتیجه $\Delta U_{ABC} = 0$ می‌باشد.

$$\Delta U_{ABC} = Q_{ABC} + W_{ABC} = 0$$
$$\Rightarrow Q_{ABC} = -W_{ABC} \Rightarrow \left|\frac{W_{ABC}}{Q_{ABC}}\right| = 1$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۵)

3- **گزینهٔ «۲»** *(محمدعلی راست‌پیمان)*

در فرایند بی‌دررو بین دستگاه و محیط گرمایی مبادله نمی‌شود، یعنی: $Q = 0$

طبق قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = W + Q$ است، پس $\Delta U = W$

بوده و چون در تراکم $W > 0$ است، پس $\Delta U > 0$ و دمای گاز افزایش می‌یابد.

$$\Delta U = W + Q \xrightarrow{Q=0} \Delta U = W \xrightarrow{W>0} \Delta U > 0$$
$$\Rightarrow \Delta T > 0 \Rightarrow T_2 > T_1$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۳۱ تا ۱۳۹)

4- **گزینهٔ «۳»** *(حامد نیسانی)*

$$\begin{cases} \text{فرایند۱} \to \text{هم‌دما} \Rightarrow \Delta U_1 = 0 \quad (1) \\ \text{فرایند۲} \to \text{بی‌دررو} \Rightarrow \Delta U_2 = W_2 \quad (2) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{طبق گفته مسئله}} \Delta U_1 + 100 = \Delta U_2$$
$$\xrightarrow{(1),(2)} 0 + 100 = W_2 \Rightarrow W_2 = 100\,J$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۳۵ تا ۱۳۹)

5- **گزینهٔ «۴»** *(مسعود قره‌فانی)*

برای محاسبهٔ دمای گازهای کامل با استفاده از معادلهٔ حالت داریم:

$$PV = nRT \Rightarrow T_B = \frac{P_B V_B}{nR}$$
$$\Rightarrow T_B = \frac{2/5 \times 10^5 \times 8 \times 10^{-3}}{0/25 \times 8} = 1000\,K$$

$$P_A V_A = P_C V_C \Rightarrow T_C = T_A$$
$$\Rightarrow T_C = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{2/5 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}}{0/25 \times 8} = 500\,K$$

$$\theta_C = T_C - 273 = 500 - 273 = 227^\circ C$$

$$\theta_B = T_B - 273 = 1000 - 273 = 727^\circ C$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۴۰)

6- **گزینهٔ «۳»** *(ملیحه جعفری)*

طبق متن کتاب درسی، زمانی‌که بخار آب از دیگ بخار وارد استوانه می‌شود، منبسط شده و فشار آن کاهش می‌یابد.

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحهٔ ۱۴۱)

7- **گزینهٔ «۲»** *(بابک اسلامی)*

نسبت بیشترین حجم گاز به کمترین حجم آن در چرخهٔ یک ماشین گرمایی، نسبت تراکم نامیده می‌شود. بنابراین:

$$r = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{۲V}{\frac{V}{۳}} = ۶$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۴۲ و ۱۴۳)

8- **گزینهٔ «۱»** *(بابک اسلامی)*

در هر دقیقه ماشین گرمایی ۹۰ چرخه را طی می‌کند و $۲۱/۶kJ$ گرما از منبع دما بالا دریافت می‌کند. بنابراین گرمای دریافتی در هر چرخه برابر است با:

$$Q_H = \frac{۲۱/۶\times۱۰^{۳}}{۹۰} = ۲۴۰J$$

حال با توجه به رابطهٔ بازده یک ماشین گرمایی داریم:

$$\eta = ۱ - \frac{|Q_L|}{Q_H} = ۱ - \frac{۱۵۶}{۲۴۰} \Rightarrow \eta = ۰/۳۵ \Rightarrow \eta = ۳۵٪$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۴۵ و ۱۴۶)

9- **گزینهٔ «۴»** *(بابک اسلامی)*

در چرخهٔ یک یخچال، با انجام کار W، گرمای Q_L از منبع دماپایین دریافت و گرمای Q_H به منبع دمابالا داده می‌شود.

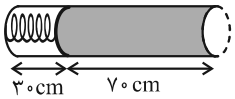
بنابراین علامت W و Q_L مثبت و علامت Q_H منفی است. از طرفی طبق قانون دوم ترمودینامیک به بیان یخچالی، امکان ندارد گرما خود به خود از منبع با دمای پایین به منبع با دمای بالا برود و همواره $W \neq ۰$ است.

بنابراین با این توضیحات گزینهٔ «۴» صحیح است.

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۴۰ تا ۱۴۷)

10- **گزینهٔ «۲»** *(سپهر مهرور)*

در ابتدا طول هر قسمت $۵۰cm$ است. با برداشتن گیره، فنر $۲۰cm$ فشرده شده و طول سمت راست به $۷۰cm$ می‌رسد.



$$V = A\times L = ۵۰cm^{۲}\times۷۰cm = ۳۵۰۰cm^{۳} = ۳۵\times۱۰^{-۴}m^{۳}$$

تعداد مول‌های گاز آرمانی اکسیژن موجود در استوانه برابر است با:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{۱۶}{۳۲} = ۰/۵mol$$

طبق معادلهٔ حالت گازهای آرمانی داریم:

$$PV = nRT \Rightarrow P\times۳۵\times۱۰^{-۴} = ۰/۵\times۸\times(۲۷۳+۷۷)$$
$$\Rightarrow P = ۴\times۱۰^{۵}Pa$$

حال نیرویی را که گاز به پیستون وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم.

$$F = P\times A = ۴\times۱۰^{۵}\times۵\times۱۰^{-۳} = ۲\times۱۰^{۳}N$$

با توجه به قانون هوک داریم:

$$F = kx \Rightarrow ۲\times۱۰^{۳} = k\times۲\times۱۰^{-۱} \Rightarrow k = ۱۰^{۴}\frac{N}{m}$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۲۸ و ۱۲۹)

فیزیک ۱

11- **گزینهٔ «۱»** *(علی قائمی)*

اگر مؤلفه‌های ترمودینامیکی برای قبل از فرایند را با P_1، V_1 و T_1 و مؤلفه‌های ترمودینامیکی برای بعد از فرایند را با P_2، V_2 و T_2 نام‌گذاری کنیم، با نوشتن هر دو معادله حالت و تقسیم معادلهٔ دوم بر معادلهٔ اول داریم:

در حالت اول: $P_1V_1 = nRT_1$

در حالت دوم: $P_2V_2 = nRT_2$

$$\frac{P_2V_2}{P_1V_1} = \frac{T_2}{T_1} \xrightarrow[P_2=4P_1]{T_2=2T_1} \frac{4P_1V_2}{P_1V_1} = \frac{2T_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2}$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک: صفحه‌های ۱۲۸ و ۱۲۹)

12- **گزینهٔ «۴»** *(بهنام رستمی)*

عبارت گزینهٔ (۴) نادرست است، در فرایند انبساط بی‌دررو، تغییرات انرژی درونی، منفی است.

انبساط بی‌دررو: $\Delta V > 0 \Rightarrow W < 0 \xrightarrow{\Delta U = W} \Delta U < 0$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک: صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۹)

13- **گزینهٔ «۴»** *(مسعود قره‌خانی)*

در فرایند هم‌دمای مقدار معینی گاز کامل، انرژی درونی تغییری نمی‌کند.

در انبساط بی‌دررو داریم:

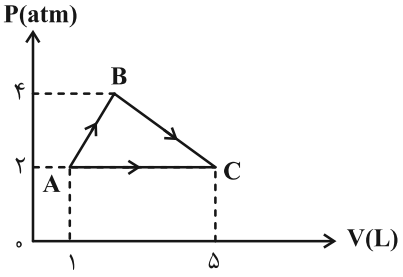
$$\Delta U = Q + W \xrightarrow{Q=0} \Delta U = W$$
$$\xrightarrow{\Delta V>0 \Rightarrow W<0} \Delta U < 0$$

در انبساط هم‌فشار مقدار معینی گاز کامل، چون دمای گاز افزایش می‌یابد، بنابراین انرژی درونی گاز افزایش خواهد یافت.

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک: صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۹)

14- **گزینهٔ «۲»** *(حسن اسحاق‌زاده)*

مساحت زیر نمودار $A \to C$ را S_1 و مساحت داخل مثلث را S_2 در نظر می‌گیریم.



$$W_{A\to C} = -S_1 = -2\times(5-1)\times10^2 = -800J$$

$$W_{\text{چرخه}} = -S_2 = -\frac{4\times2}{2}\times100 = -400J$$

کار انجام شده در فرایند ABC برابر با مجموع S_1 و S_2 است.

$$W_{ABC} = -(S_1 + S_2) = -1200J$$

بنابراین:

$$\frac{W_{ABC}}{W_{AC}} = \frac{-1200}{-800} = \frac{3}{2}$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک: صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۴۰)

15- **گزینهٔ «۲»** *(حمید عباسی)*

چون حاصل ضرب PV در نمودار مقدار ثابتی است، پس فرایند نشان داده شده هم‌دما است. بنابراین:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow 3\times6 = 1\times V = 18L$$

از طرفی می‌توان نوشت:

$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} = \frac{1\times10^5\times18\times10^{-3}}{1\times8} = 225K$$

$$T = 273 + \theta \Rightarrow 225 = 273 + \theta \Rightarrow \theta = -48^\circ C$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک: صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۹)

16- **گزینهٔ «۳»** *(علیرضا گونه)*

با توجه به نمودار در حجم ثابت، فشار $\frac{۲}{۳}$ برابر شده است، بنابراین دمای مطلق نیز $\frac{۲}{۳}$ برابر می‌شود.

$$T_۱ = \frac{۲}{۳}T_۲ = \frac{۲}{۳}\times ۴۶۲ = ۳۰۸K$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۳۹)

17- **گزینهٔ «۱»** *(محمد اسدی)*

با توجه به توضیحات صورت سوال داریم:

$Q_{۱۲} = ۰$ فرایند $۲ \to ۱$ بی‌دررو

$W_{۲۱} = ۰$ فرایند $۱ \to ۳$ حجم ثابت

$Q_{۲۳} = -W_{۲۳}$ فرایند $۳ \to ۲$ دما ثابت

در هر چرخه می‌توان نوشت:

$\Delta U = ۰$: در کل چرخه

$$\Rightarrow (Q_{۱۲} + W_{۱۲}) + (Q_{۲۳} + W_{۲۳}) + (Q_{۳۱} + W_{۳۱}) = ۰$$

$$\Rightarrow (۰ + W_{۱۲}) + ۰ + (Q_{۳۱} + ۰) = ۰$$

$$\Rightarrow Q_{۳۱} = -W_{۱۲} = -(-۱۲۵)J$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۲۸ تا ۱۴۰)

18- **گزینهٔ «۴»** *(نصراله افاضل)*

با توجه به رابطهٔ بازدهٔ یک ماشین گرمایی و کار لازم برای جابه‌جایی وزنه، می‌توان نوشت:

$$|W| = mgh = ۵۰\times ۱۰\times ۲۰ = ۱۰۰۰۰J$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow \frac{۲۵}{۱۰۰} = \frac{۱۰۰۰۰}{Q_H} \Rightarrow Q_H = ۴۰۰۰۰J = ۴۰kJ$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۴۰ تا ۱۴۶)

19- **گزینهٔ «۲»** *(بابک اسلامی)*

در یک یخچال با انجام کار W، گرمای Q_L از مواد داخل یخچال (منبع دماپایین) گرفته شده و گرمای Q_H به محیط بیرون (منبع دمابالا) داده می‌شود، بنابراین در این یخچال داریم:

$$|Q_H| = \frac{۶}{۵}Q_L$$

با استفاده از قانون اول ترمودینامیک در مورد یخچال‌ها، داریم:

$$|Q_H| = W + Q_L$$

$$\xrightarrow{|Q_H| = \frac{۶}{۵}Q_L} \frac{۶}{۵}Q_L = W + Q_L \Rightarrow \frac{Q_L}{W} = ۵$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۴۶ و ۱۴۷)

20- **گزینهٔ «۳»** *(بابک اسلامی)*

برای تبدیل جرم m از آب $\theta°C$ به یخ صفر درجهٔ سلسیوس، اندازهٔ گرمای گرفته شده و کار انجام شده توسط یخچال (۱) برابر است با:

$$Q_{L,۱} = mc\theta + mL_F$$

$$W_۱ = Pt$$

برای تبدیل جرم $۳m$ از آب $\theta°C$ به یخ صفر درجهٔ سلسیوس، اندازهٔ گرمای گرفته شده و کار انجام شده توسط یخچال (۱) برابر است با:

$$Q_{L,۲} = ۳mc\theta + ۳mL_F$$

$$W_۲ = ۱/۵P\times ۲t = ۳Pt$$

طبق قانون اول ترمودینامیک در چرخهٔ یک یخچال داریم:

$$|Q_H| = Q_L + W \Rightarrow \begin{cases} |Q_{H,۱}| = Q_{L,۱} + W_۱ \\ |Q_{H,۲}| = Q_{L,۲} + W_۲ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} |Q_{H,۱}| = mc\theta + mL_F + Pt \\ |Q_{H,۲}| = ۳mc\theta + ۳mL_F + ۳Pt \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{H,۲}}{Q_{H,۱}} = ۳$$

(فیزیک ۱ - ترمودینامیک؛ صفحه‌های ۱۴۶ و ۱۴۷)

دکتر محمدرضا صفائی

فیزیک (۱)

1- **کدام عبارت، دربارهٔ تعریف یکای طول درست است؟**

۱) یک صد میلیونیم فاصله قطب شمال تا استوا است.
۲) یک میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال است.
۳) یک چهل میلیونیم محیط کره زمین است.
۴) یک چهار میلیونیم محیط کره زمین است.

2- **یک سال خورشیدی، چند ثانیه است؟ (اگر هر سال ۳۶۵/۲۵ روز باشد)**

۱) $۲۶۲۹۸۰\,s$ ۲) $۳۱۵۵۷۶۰۰\,s$ ۳) $۵۲۵۹۶۰\,s$ ۴) $۱۵۷۷۸۸۰۰\,s$

3- **اتومبیلی با مصرف $۴\times۱۰^{۳}\,cm^{۳}$ بنزین می‌تواند مسافتی برابر ۴۰مایل را طی کند. میزان مصرف این اتومبیل چند لیتر در هر $۱۰۰\,km$ است؟ $(۱\,mile = ۱۶۰۰\,m)$**

۱) $۶/۲۵\,lit$ ۲) $۲/۵۶\,lit$ ۳) $۱۶\,lit$ ۴) $۱۰\,lit$

4- **حرکت یک ذره با گذشت زمان مطابق معادله $x = \frac{۱}{۲}At^{۲} + Bt$ است. یکای کمیت‌های B و A، به‌ترتیب کدام‌اند؟(یکای $x(m)$ و $t(s)$)**

۱) $B(m.s), A(m.s^{۲})$ ۲) $B\left(\frac{m}{s^{۲}}\right), A\left(\frac{m}{s^{۲}}\right)$ ۳) $B\left(\frac{۲m}{s}\right), A\left(\frac{۲m}{s^{۲}}\right)$ ۴) $B\left(\frac{m}{s}\right), A\left(\frac{m}{s^{۲}}\right)$

5- **در داخل لوله‌ای تا ارتفاع $۷۶۰۰۰۰\,nm$، جیوه با چگالی $۱۳/۶\frac{kg}{lit}$ ریخته‌ایم. مقدار فشار وارد شده بر ته لوله به‌طور تقریبی چقدر است؟($p_{۰}$ ناچیز باشد)**

۱) $۱\,atm$ ۲) $۱۰^{۶}\,p_a$ ۳) $۱۰^{۷}\frac{N}{m^{۲}}$ ۴) $۱۰^{۵}\,atm$

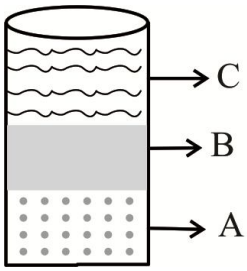
6- داخل ظرف آبی به حجم $20\,lit$ مقداری پودر آهن با چگالی $8\frac{kg}{dm^3}$ می‌ریزیم. حجم مجموعه $23\,lit$ می‌شود. مقدار جرم پودر آهن، کدام است؟

۱) $1\,kg$ ۲) $3\,kg$ ۳) $23\,kg$ ۴) $24\,kg$

7- یکای توان در دستگاه SI برحسب یکای اصلی، کدام است؟

۱) $kg.m^2s^{-1}$ ۲) $kg.m^2.s^{-3}$ ۳) $kg\,ms^{-3}$ ۴) $kg\,m^{-2}s^3$

8- سه نوع مایع را در داخل استوانه‌ای ریخته‌ایم. حجم هر سه مساوی و ترتیب قرار گرفتن آن‌ها مطابق شکل است. کدام عبارت، برای آن‌ها درست است؟(چگالی ρ، فشار p، جرم m)



۱) $P_A < P_B < P_C \;,\; \begin{vmatrix}\rho_A > \rho_B > \rho_C \\ m_A > m_B > m_C\end{vmatrix}$

۲) $P_A > P_B > P_C \;,\; \begin{vmatrix}\rho_A > \rho_B > \rho_C \\ m_A < m_B < m_C\end{vmatrix}$

۳) $P_A > P_B > P_C \;,\; \begin{vmatrix}\rho_A > \rho_B > \rho_C \\ m_A > m_B > m_C\end{vmatrix}$

۴) $P_B < P_A = P_C \;,\; \begin{vmatrix}\rho_A > \rho_B > \rho_C \\ m_A > m_B > m_C\end{vmatrix}$

9- میله‌ای به طول L_1 و قطر D_1 را بر اثر کشش به طول $3L_1$ می‌رسانیم. قطر، سطح و حجم آن چه تغییری می‌کند؟

۱) $D_2 = \frac{\sqrt{3}}{3}D_1 \,,\, A_2 = \frac{A_1}{3} \,,\, V_2 = V_1$ ۲) $D_2 = \frac{D_1}{3} \,,\, A_2 = 3A_1 \,,\, V_2 = V_1$

۳) $D_2 = \sqrt{3}D_1 \,,\, A_2 = \frac{A_1}{3} \,,\, V_2 = 3V_1$ ۴) $D_2 = \frac{3D_1}{\sqrt{3}} \,,\, A_2 = \frac{\sqrt{3}}{3}A_1 \,,\, V_2 = V_1$

10- یک کره سربی به قطر $10\,cm$ را با وارد کردن ضربه‌ای، به یک مکعب مربع تبدیل کرده‌ایم. بدون دورریز اگر حجم مکعب، $\frac{1}{4}$ حجم کره باشد، مقدار تغییرات حجم بر اثر ضربه و طول هر ضلع مکعب چقدر است؟ $(\pi = 3)$

۱) $L = 5\sqrt{5}\,cm \,,\, \Delta v = 75\,cm^3$ ۲) $L = 5\,cm \,,\, \Delta v = 37/5\,cm^3$

۳) $L = 2/5\,cm \,,\, \Delta v = 125\,cm^3$ ۴) $L = 5\,cm \,,\, \Delta v = 625\,cm^3$

11- کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده، درست است؟

۱) اگر آب در لوله مویینی به قطر $1\,mm$ تا ارتفاع $3\,cm$ بالا برود، در لوله مویینی به قطر $0/5\,mm$ تا ارتفاع $1/5\,mm$ بالا خواهد رفت.

۲) وقتی جسمی تحت هر شرایطی از مایع به گاز تغییر فاز دهد، فاصله مولکول‌ها به‌طور محسوس تغییر نمی‌کند.

۳) مایع سطح جامد را تر می‌کند؛ مشروط به‌اینکه نیروهای چسبندگی از نیروهای چسبناکی بزرگ‌تر باشند.

۴) در عمل هیچ اختلافی بین گاز و مایع وجود ندارد؛ چون هر دو شاره‌اند.

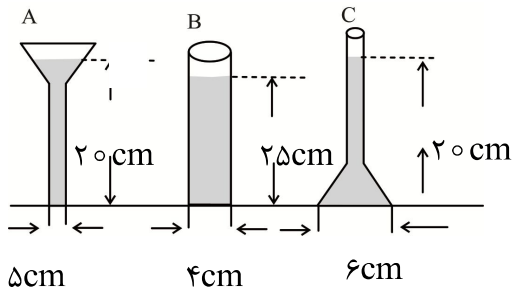
12- مکعبی به ابعاد $2cm \times 3 \times 4$است. نسبت حداکثر فشار به حداقل فشار وارده توسط این مکعب بر روی زمین کدام است؟

۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{3}{4}$

13- استوانه‌ای به قطر ۱۰۰cm و ارتفاع ۶۰cm پر از آب است. اگر آب استوانه را داخل ظرفی مکعبی به ابعاد $200\times100\times150\,cm$ بریزیم، چه فشاری به کف مکعب وارد می‌شود؟ $\pi=3$ $a\times b\times h$

۱) $15000\,Pa$ ۲) $12750\,Pa$ ۳) $2250\,Pa$ ۴) $1/65\times10^{-2}\,cmHg$

14- سه ظرف مطابق شکل‌های داده‌شده تا ارتفاع مشخص پر از آب هستند. کدام‌یک از عبارت‌ها رابطهٔ ترتیب فشار و نیروی وارد بر کف ظرف‌ها را درست نشان می‌دهد؟



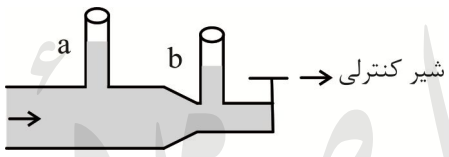
۱) $F_B<F_C<F_A,\ P_B>P_A>P_C$

۲) $F_C>F_A>F_B,\ P_B>P_C$

۳) $F_A>F_B \quad P_B>P_C>P_A$

۴) $F_B>F_A>F_C \quad P_B>P_C=P_A$

15- مایعی در لوله‌ای جریان دارد و دو لوله در نقاط a , b به‌آن اتصال دارند که مایع از آن‌ها بالا می‌رود. وقتی شیر بسته می‌شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

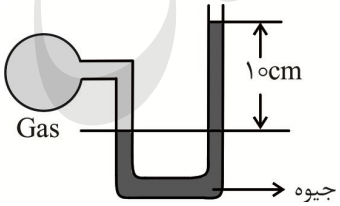


۱) ارتفاع در دو لوله بالا می‌رود و به مقدار یکسانی می‌رسند.
۲) ارتفاع در لوله b بالاتر می‌رود، ولی در لوله a پایین می‌آید.
۳) ارتفاع در دو لوله با مقدار مساوی پایین می‌آید.
۴) ارتفاع در دو لوله تغییر نمی‌کند.

16- فشار آب برجسم غوطه‌ور، چگونه است؟

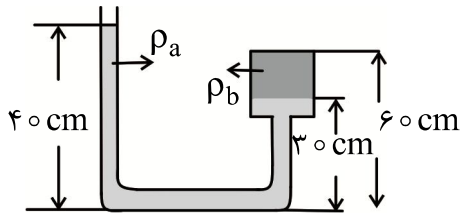
۱) در بالای جسم فشار حداکثر است.
۲) در پهلوهای جسم فشار حداکثر است.
۳) در زیر جسم فشار حداکثر است.
۴) در همه سطوح جسم فشار یکسان است.

17- مقدار فشار وارد بر مخزن گاز، کدام است ؟ (اگر فشار جو برابر ۱ atm باشد)



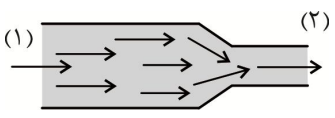
۱) $1460\,kPa$
۲) $101/36\,Pa$
۳) $113/6\,Pa$
۴) $113/6\,kPa$

18- در شکل زیر، مساحت مقطع b چهار برابر مقطع a است. رابطه بین چگالی آن‌ها، کدام گزینه است؟



۱) $\rho_a=12\rho_b$
۲) $\rho_a=3\rho_b$
۳) $\rho_a=\frac{4}{3}\rho_b$
۴) $\rho_a=\frac{3}{2}\rho_b$

19- جریان سیالی با تندی $72\frac{km}{h}$ از مسیر لوله‌ای با قطر ۱۲۰mm برقرار است. اگر قطر دهانه خروجی ۸۰mm باشد، تندی خروجی سیال چقدر است ؟



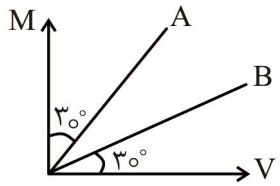
۱) $60\frac{m}{s}$ ۲) $30\frac{m}{s}$ ۳) $45\frac{m}{s}$ ۴) $12/37\frac{m}{s}$

20- یک قطعه آهن به جرم $78gr$ با چگالی $7/8\frac{kg}{dm^3}$ را به‌آرامی داخل لیوانی پر از مایع به چگالی $0/8\frac{gr}{cm^3}$ می‌اندازیم. مقدار مایع سرریزشده از لبه لیوان، چند گرم است؟

۱) ۸ ۲) ۷۸

۳) ۷/۸ ۴) بستگی به حجم مایع داخل لیوان دارد.

21- نمودار نشان داده شده تغییرات حجم برحسب جرم را نشان می‌دهد. برای دو جسم A , B کدام عبارت درست است ؟



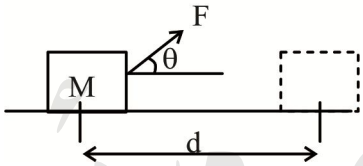
۱) $\rho_A = \rho_B$

۲) $\rho_B > \rho_A$

۳) $\rho_A > \rho_B$

۴) $\rho_A = 2\rho_B$

22- بر جسمی به جرم m نیروی ثابت F اثر می‌کند و کاری به اندازه W انجام می‌دهد. کدام عبارت، درست است؟



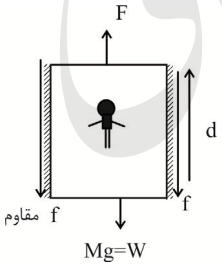
۱) اگر $\theta = 0 \quad \leftarrow \quad W = 0$

۲) اگر $\frac{\pi}{2} < \theta < \pi \Leftarrow W > 0$

۳) اگر $0 < \theta < \frac{\pi}{2} \Leftarrow W < 0$

۴) اگر $\theta = \frac{\pi}{2} \Leftarrow W = 0$

23- کابین آسانسوری از پایین به سمت بالا درحال حرکت است. نیروی بالابر F و نیروی وزن W و اصطحکاک f در این جابه‌جایی بر کابین اثر می‌کنند. کدام عبارت، درست است ؟



۱) نیروی وزن W کار منفی انجام می‌دهد.

۲) نیروی کشش F کار منفی انجام می‌دهد، چون هم‌جهت d است.

۳)نیروی اصطکاک کار منفی انجام می‌دهد، چون هم‌جهت W است.

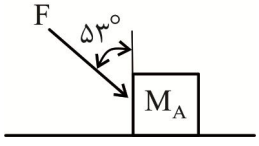
۴) نیروی F کار منفی انجام می‌دهد، چون مخالف W است.

24- جسمی از بالای سطح شیبداری با اصطکاک به‌سمت پایین می‌لغزد. در این جابه‌جایی کار نیروی وزن، چگونه است ؟

۱) از تغییرات انرژی پتانسیل جسم بیشتر است. ۲)با تغییرات انرژی پتانسیل جسم برابر است.

۳) از تغییرات انرژی پتانسیل جسم کمتر است. ۴) مساوی صفر است.

25- نیروی F به جسم ساکن A با جرم $12kg$ اثر کرده و در جابه‌جایی ۱۰ متری تندی آن را به $10\frac{m}{s}$ می‌رساند. اگر اصطکاک ناچیز باشد، مقدار F چقدر است ؟ $(\cos 37^\circ = 0/8 \ , \ \cos 53^\circ = 0/6)$



۱) $592N$ ۲) $100N$

۳) $75N$ ۴) $60N$

26- جسمی به جرم M بدون سرعت اولیه، در خلاء سقوط آزاد می‌کند و تندی آن به V می‌رسد. در این حالت می‌توان گفت:

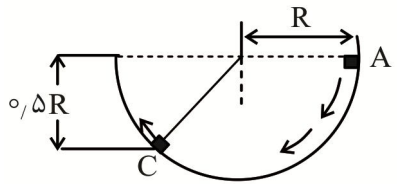
۱) انرژی پتانسیل جسم به اندازه $\frac{1}{2}MV^2$ کم می‌شود. ۲) انرژی پتانسیل جسم به اندازه $\frac{1}{2}MV^2$ زیاد می‌شود.

۳) انرژی کل جسم به اندازه $\frac{1}{2}MV^2$ کم می‌شود. ۴) انرژی کل جسم به اندازه $\frac{1}{2}MV^2$ زیاد می‌شود.

27 - جسمی به جرم **M** با تندی $۳۰\frac{m}{s}$ به زمین برخورد می‌کند و با تندی $۲۰\frac{m}{s}$ برمی‌گردد. نسبت انرژی جنبشی پس از برخورد، به انرژی قبل از برخورد، کدام است؟

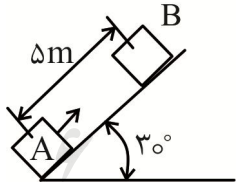
۱) $\frac{۹}{۴}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۴}{۹}$

28 - جسمی در داخل نیمکره بدون اصطکاک، از نقطه **A** رها می‌شود. تندی جسم در نقطه **C** کدام است؟



۱) $\sqrt{۲gR}$
۲) $۲gR$
۳) $\sqrt{gR}$
۴) gR

29 - جسمی به جرم **۲kg** با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ از نقطه **A** به طرف بالای سطح شیبدار پرتاب می‌شود. اگر در نقطه **B** به‌فاصله **۵** متری از نقطه **A** متوقف شود، نیروی اصطکاک سطح کدام است؟ $\sin ۳۰ = \frac{۱}{۲}$



۱) صفر ۲) $۱۰N$
۳) $۲۰N$ ۴) $۵۰N$

30 - پسربچه‌ای توپی را زمین می‌زند و توپ تا ارتفاع **۵m** بالا می‌رود. اگر جرم توپ **۵۰۰gr** باشد، تندی حرکت توپ از سطح زمین به سمت بالا چقدر است؟ (مقاومت هوا ناچیز)

۱) $۱۰\frac{m}{s}$ ۲) $۱۰۰\frac{m}{s}$ ۳) $\sqrt{۵۰}\frac{m}{s}$ ۴) $۵\frac{m}{s}$

31 - جسمی توسط جرثقیلی از روی زمین به‌آرامی و با سرعت ثابت به ارتفاع معینی برده می‌شود. برای این عمل کدام عبارت درست است؟

۱) انرژی جنبشی به انرژی پتانسیل تبدیل می‌شود.
۲) به‌صورت انرژی پتانسیل در جسم ذخیره می‌شود.
۳) کار انجام‌شده صرف تغییر انرژی جنبشی جسم می‌شود.
۴) کار انجام‌شده صرف افزایش انرژی درونی جسم می‌شود.

32 - پمپ یک ماشین آتش‌نشانی در هر دقیقه **۷۵kg** آب را با تندی $۲۰\frac{m}{s}$ از دهانه لوله‌ای به خارج می‌فرستد. توان مفید پمپ برحسب **kw**، چقدر است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۳

33 - اگر فشار گاز کاملی را دو برابر و دمای مطلق آن را به $\frac{۱}{۴}$ برسانیم، چگالی گاز چند برابر می‌شود؟

۱) ۰/۵ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

34 - یکای فشار در حجم (**P.V**) برای یک گاز، کدام است؟

۱) ژول ۲) کیلوگرم متر بر ثانیه ۳) وات ۴) نیوتون ثانیه

35 - در یک ظرف به حجم **۲۴ lit** مقداری گاز با فشار **۱۸ atm** موجود است. مقداری از این گاز به مصرف می‌رسد؛ به‌طوری که فشار گاز باقی‌مانده در ظرف به **۱۴ atm** می‌رسد. اگر دما ثابت باشد، حجم گاز خارج شده در فشار **۲atm**، کدام است؟

۱) ۳۸ lit ۲) ۴۶ lit ۳) ۴۸ lit ۴) ۵۶ lit

36- بالنی محتوی $400cm^3$ هیدروژن با فشار $218/4cm.Hg$ در دمای صفر درجه سلسیوس است. بالن را رها می‌کنیم تا در هوا بالا رود. در ارتفاعی که فشار هوا ۸ سانتی‌مترجیوه و دما ۹۱- درجه سلسیوس است، حجم بالن چقدر است؟

۱) $8560cm^3$ ۲) $7280cm^3$ ۳) $7000cm^3$ ۴) $5670cm^3$

37- درچه دمایی، دماسنج سانتی‌گراد و فارنهایت یک مقدار را نشان می‌دهند؟

۱) -40 ۲) ۴۰ ۳) ۱۰۰ ۴) -20

38- اگر یک دماسنج فارنهایت اختلاف بین دو نقطه را ۹ درجه نشان دهد، دماسنج سانتی‌گراد این اختلاف دما را چند درجه نشان می‌دهد؟

۱) ۴۱ ۲) ۲۳ ۳) ۱۲/۸ ۴) ۵

39- M گرم آب ۱۰۰ درجه را با $4M$ گرم آب صفر درجه سیلسیوس مخلوط کردیم. دمای تعادل، کدام است؟

۱) $0^\circ c$ ۲) $20^\circ c$ ۳) $25^\circ c$ ۴) $50^\circ c$

40- ضریب انبساط خطی فلزی $18\times10^{-6}\,^\circ C$ است. ضریب انبساط حجمی این جسم برحسب درجه فارنهایت، کدام است؟

۱) $9/72\times10^{-5}$ ۲) 20×10^{-6} ۳) 3×10^{-6} ۴) 3×10^{-5}

41- در یک سیستم گرمایشی خانگی که با هوای متراکم کار می‌کند، انتقال گرما در ساختمان به کدام روش است؟

۱) تابش ۲) رسانش ۳) همرفت ۴) پخش

42- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، درست است؟

۱) در محاسبات قوانین گاز کامل، فشار گاز باید برحسب اتمسفر باشد.

۲) یک ملکول گاز حاوی 6×10^{23} مولکول گاز است؛ درصورتی که تک‌اتمی باشد.

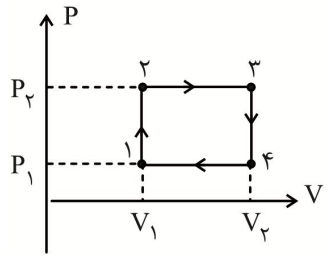
۳) در قانون گاز کامل لازم است که دمای گاز برحسب سانتی‌گراد باشد.

۴) بنابر قانون گاز کامل، یک گاز هر چقدر هم که دمایش پایین آورده شود، هیچ‌وقت به‌صورت مایع چگالیده نخواهد شد.

43- بر اساس قانون اول ترمودینامیک، کاهش انرژی داخلی سیستم مساوی است با:

۱) کار انجام‌شده توسط سیستم در فرآیند هم‌حجم.
۲) گرمایی که در هر حالتی از سیستم خارج می شود.
۳) کار انجام‌شده توسط این سیستم در همه موارد.
۴) کار انجام‌شده توسط سیستم درفرآیند بی‌دررو.

44- حجم و فشار گازی مطابق با چرخه نشان‌داده‌شده، به‌طور برگشت‌پذیر تغییر می‌کند. برای یک چرخه کامل، برآیند کار انجام‌شده توسط گاز کدام گزینه است؟



۱) $P_2V_2-P_1V_1$
۲) $(P_2-P_1)(V_2-V_1)$
۳) $P_2(V_2-V_1)$
۴) $V_2(P_2-P_1)$

45- مقدار $1800gr$ آب را بر اثر حرارت دادن به دمای جوش می‌رسانیم و در فشار $1atm$ به بخار تبدیل می‌کنیم. مقدار حجم بخار، چند lit است؟ $R=8\frac{J}{mol.K^o}$

۱) $800\ lit$ ۲) $2184\ lit$ ۳) $2984\ lit$ ۴) $5371\ lit$

فیزیک (۱)

1- **گزینه ۳ درست است.**

یک ده میلیونیم بین خط استوا تا قطب شمال را برابر یک متر گویند که یک چهارم محیط کره زمین است.

2- **گزینه ۲ درست است.**

$۱y = ۳۶۵day$ $\qquad$ $۱y = ۱\times ۳۶۵/۲۵\times ۲۴\times ۳۶۰۰$

$۱\,day = ۲۴h$

$۱h = ۳۶۰۰sec$ $\qquad$ $۱y = ۳۱۵۵۷۶۰۰sec$

3- **گزینه ۱ درست است.**

$۴۰\,miL = ۴۰\times ۱۶۰۰ = ۶۴۰۰۰\,m = ۶۴km$

$۴\times ۱۰^{۳}\ cm^{۳} = ۴dm^{۳} = ۴lit$

$۱۰۰km \qquad x = \dfrac{۴\times ۱۰۰}{۶۴} = ۶/۲۵lit$

$۶۴km \qquad ۴Lit$

4- **گزینه ۴ درست است.**

یکای x=یکای $At^{۲}$

$m = A.S^{۲} \Rightarrow A = \dfrac{m}{S^{۲}}$

یکای $X = Bt \Rightarrow m = B.S \Rightarrow B = \dfrac{m}{S}$

5- **گزینه ۱ درست است.**

$$P = \rho.g.h = ۱۳/۶\times ۱۰^{۳}\ \frac{kg}{m^{۳}}\times ۹/۸۱\frac{m}{s^{۲}}\times ۷۶\times ۱۰^{-۲} = ۱۰۱۳۹۶/۱۶ = ۱/\ ۰۱۳۹۶۱۶\times ۱۰^{۵}$$

$$= ۱\times ۱۰^{۵}\ \frac{N}{m^{۲}} = ۱atm$$

$۷۶۰۰۰۰nm = ۷۶۰۰۰۰\times ۱۰^{-۴}\ cm = ۷۶\,cm\,Hg = ۱atm$

6- **گزینه ۴ درست است.**

$$m_{H_2O} = \rho_{H_2O} . V_{H_2O} = 1 \frac{kg}{dm^3} \times 20_{lit} = 20\,kg$$

$$V_t = V_{H_2O} + V_{Fe} = 23 lit$$

$$m_{Fe} = \rho_{Fe} \cdot V_{Fe} = 8 \frac{kg}{dm^3} \times 3 dm^3 = 24 kg$$

7- **گزینه ۲ درست است.**

$$watt = \frac{y^1}{S} = \frac{N.m}{S} = \frac{kg \frac{m}{S^2}.m}{S} = \frac{kg\,m^2}{S^3} = kg\,m^2 S^{-3}$$

8- **گزینه ۳ درست است.**

چون مقطع ثابت و حجم هر سه با هم برابر است و چگالی متفاوت، فشار هر سه با هم نابرابرند.

$$P = \rho g h \Rightarrow \rho > \Rightarrow P >$$

مایعی که در انتهای لوله می‌نشیند، دارای چگالی بیشتر

چگالی با جرم رابطهٔ مستقیم دارد، هرچه چگالی بیشتر جرم هم بیشتر

9- **گزینه ۱ درست است.**

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 \times L_1 = A_2 \times L_2$$

$$A_2 = \frac{A_1 L}{3} \Leftarrow \frac{\pi D_1^2}{4} \times L_1 = A_2 \times 3L_1 \qquad D_2^2 = \frac{D_1^2}{3}$$

$$\frac{\pi D_1^2}{4} \times L_1 = \frac{\pi D_2^2}{4} \times 3L_1 \qquad D_2 = \frac{D_1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} D_1}{3}$$

10- **گزینه ۲ درست است.**

حجم کره $V_1 = \frac{\pi D^3}{6} = \frac{3 \times 10^3}{6} = 500 cm^3$

حجم مکعب $V_2 = L^3 \Rightarrow V_2 = \frac{1}{4} V_1 = \frac{1}{4} \times 500 = 125 cm^3$

$$\Delta V = 500 - 125 = 375 cm^3$$

$$L^3 = 125 \Rightarrow L = \sqrt[3]{125} = 5cm$$

11- **گزینه ۳ درست است.**

12- **گزینه ۱ درست است.**

$$P_{Max} = \frac{Mg}{A\,min} = \frac{Mg}{3 \times 2} = \frac{Mg}{6}$$

$$P_{Min} = \frac{Mg}{A\,max} = \frac{Mg}{4 \times 3} = \frac{Mg}{12}$$

$$\frac{P_{Max}}{P_{Min}} = \frac{\frac{Mg}{6}}{\frac{Mg}{12}} = \frac{12}{6} = 2$$

13- **گزینه ۳ درست است.**

حجم استوانه $V_۱ = A_۱ \times h = \frac{\pi D^۲}{۴} \times h = \frac{۳ \times ۱۰۰^۲}{۴} \times ۶۰ = ۴۵۰۰۰۰ cm^۳$

حجم آب در ظرف $= a \times b \times h \Rightarrow ۴۵۰۰۰۰ = ۲۰۰ \times ۱۰۰ \times h$

ارتفاع آب ظرف $h = \frac{۴۵۰۰۰۰}{۲۰۰۰۰} = ۲۲/۵ cm$

ارتفاع اولیه ظرف در محاسبهٔ فشار تاثیری ندارد.

$$P = \rho.g.h = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۲۲/۵ \times ۱۰^{-۲} = ۲۲۵۰ \frac{N}{m^۲}$$

$$P = ۱/۶۵ \times ۱۰^{-۲}\ m\,Hg = ۱/۶۵\ cm\,Hg$$

14- **گزینه ۲ درست است.**

فشار به ارتفاع ستون مایع و نیرو به سطح تماس مایع بستگی دارد:

$$P = \rho gh$$
$$F = P.A$$
$$F = \rho.g.V$$

15- **گزینه ۱ درست است.**

16- **گزینه ۳ درست است.**

17- **گزینه ۴ درست است.**

$$P_G = P_۰ + \rho gh$$
$$P_G = ۱۰^۵ + ۱۳/۶ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۱۰ \times ۱۰^{-۲} \rightarrow P_G = ۱۰^۵ + ۱۳۶۰۰ = ۱۱۳۶۰۰ Pa = ۱۱۳/۶ k\,Pa$$

18- **گزینه ۲ درست است.**

$$\rho_a.g.h_a = \rho_b.g.h_b$$
$$\rho_a.h_a = \rho_b.h_b$$
$$\rho_b = \frac{\rho_a.h_a}{hb} = \frac{\rho_a \times ۱۰}{۳۰} = \frac{\rho_a}{۳}$$
$$\rho_a = ۳\rho_b$$

19- **گزینه ۳ درست است.**

$$V_۱ \times A_۱ = V_۲ \times A_۲ \qquad ۷۲ \frac{km}{h} = ۲۰ \frac{m}{s}$$

$$V_۲ = \frac{V_۱ \times A_۱}{A_۲} = \frac{۲۰ \times ۱۲۰^۲}{۸۰^۲} = ۴۵ \frac{m}{s}$$

20- **گزینه ۱ درست است.**

$$V_{Fe} = \frac{m}{\rho} = \frac{۷۸\,gr}{۷/۸ \frac{kg}{dm^۳}} = \frac{۷۸\,gr}{\frac{۷/۸ \times ۱۰^۳\ gr}{۱۰^۳\ cm^۳}} = \frac{۷۸}{۷/۸} = ۱۰ cm^۳$$

$V_{Fe} = V$ مایع سرریز

مایع $m = \rho_L.V_L = ۰/۸ \times ۱۰ = ۸ gr$

21- **گزینه ۳ درست است.**

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad \tan a = \frac{\Delta m}{\Delta V}$$

هرچه زاویه نمودار نسبت به محور v بیشتر باشد، چگالی بیشتری را نشان می‌دهد.

هرچه شیب نمودار (V-M) بیشتر باشد، ρ بیشتر است.

22- **گزینه ۴ درست است.**

$$W = F.d\cos\theta$$

$\cos\theta$ از صفر تا ۹۰ مثبت است و کار انجام شده هم مثبت

$$\theta = ۰ \Rightarrow w > ۰$$

$$\theta = \frac{\pi}{۲} \Rightarrow w = ۰ \qquad \frac{\pi}{۲} < \theta < \frac{۳\pi}{۲} \Rightarrow w < ۰$$

23- **گزینه ۱ درست است.**

24- **گزینه ۲ درست است.**

کار نیروی وزن همواره مساوی با تغییرات انرژی پتانسیل و به شکل مسیر و اصطکاک بستگی ندارد.

25- **گزینه ۳ درست است.**

$$W = \Delta K \Rightarrow F \times d\cos ۳۷^\circ = \frac{۱}{۲}M\left(V_۲^۲ - V_۱^۲\right)$$

$$F = \frac{\frac{۱}{۲}\times ۱۲ \times ۱۰^۲}{۱۰ \times ۰/۸} = \frac{۶۰۰}{۸} = ۷۵N$$

26- **گزینه ۱ درست است.**

27- **گزینه ۴ درست است.**

28- **گزینه ۳ درست است.**

$$h_A - h_C = \frac{۱}{۲}R$$

$$K_C - K_A = mg\left(h_A - h_C\right)$$

$$\frac{۱}{۲}MV_C^۲ - \frac{۱}{۲}MV_A^۲ = Mg \times \frac{۱}{۲}R$$

$$M\left(V_C^۲ - V_A^۲\right) = ۲Mg \times \frac{۱}{۲}R$$

$$V_C = \sqrt{gR}$$

29- **گزینه ۲ درست است.**

$$K_A = \frac{۱}{۲}MV_A^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^۲ = ۱۰۰j$$

$$U_B = Mgh_B = ۲ \times ۱۰ \times ۲/۵ = ۵۰j$$

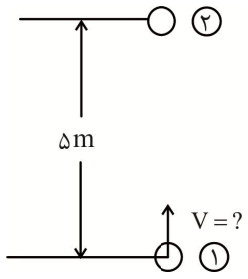
ضلع مقابل به زاویهٔ ۳۰° برابر نصف وتر است.

$$W = \Delta E$$

$$fd\cos ۱۸۰^\circ = E_B - E_A$$

$$f = \frac{-۵۰}{۵\times(-۱)} = ۱۰\,N$$

30- گزینه ۱ درست است.



$$\frac{۱}{۲}mV^{۲} - mgh_{۲} = ۰$$

$$V = \sqrt{۲gh} = \sqrt{۲\times۱۰\times۵} = \sqrt{۱۰۰}$$

$$V = ۱۰\frac{m}{s}$$

31- گزینه ۲ درست است.

32- . گزینه ۳ درست است.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\frac{۱}{۲}MV^{۲}}{t} = \frac{\frac{۱}{۲}\times۷۵\times۲۰^{۲}}{۶۰} = ۲۵۰\,w = ۰/۲۵kw$$

33- گزینه ۴ درست است.

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{\frac{m}{\rho}} \Rightarrow \qquad P = \frac{\rho nRT}{m} \Rightarrow \rho = \frac{Pm}{nRT}$$

$$\rho_{۲} = \frac{۲P\times m}{nR\times\frac{T}{۴}} = \frac{۸Pm}{nRT} \Rightarrow \rho_{۲} = ۸\rho_{۱}$$

34- گزینه ۱ درست است.

$$P.V = \frac{N}{m^{۲}}\times m^{۳} = N.m = j$$

35- گزینه ۳ درست است.

$$P_{۱}V_{۱} + P_{۲}V_{۲} = P_{۳}V_{۳}$$

$$۲V_{۱} + ۱۴\times۲۴ = ۱۸\times۲۴$$

$$V_{۱} = ۴۸lit$$

36- گزینه ۲ درست است.

$$\begin{cases} V_{۱} = ۴۰۰cm^{۳} \\ P_{۱} = ۲۱۸/۴\,cm\,Hg \\ T_{۱} = ۲۷۳^{\circ}K \end{cases} \quad \begin{cases} V_{۲} = ? \\ P_{۲} = ۸\,cm\,Hg \\ T_{۲} = ۱۸۲^{\circ}K \end{cases}$$

$$\frac{P_{۱}V_{۱}}{T_{۱}} = \frac{P_{۲}V_{۲}}{T_{۲}} \Rightarrow \frac{۲۱۸/۴\times۴۰۰}{۲۷۳} = \frac{V_{۲}\times۸cm\,Hg}{۱۸۲} \Rightarrow v_{۲} = ۷۲۸۰\,cm^{۳}$$

37- **گزینه ۱ درست است.**

$$\frac{C}{۱۰۰}=\frac{F-۳۲}{۱۸۰}$$

$$\frac{c}{۵}=\frac{F-۳۲}{۹}\Rightarrow\frac{c}{۵}=\frac{c-۳۲}{۹}$$

$$۹c-۵c=(-۳۲)\times۵$$

$$۴c=-۱۶۰\Rightarrow c=-۴۰$$

38- **گزینه ۴ درست است.**

ارزش دمایی $F=۱/۸c$

C°	F°	
۱	۱/۸	$x=\frac{۹}{۱/۸}=۵$
x	۹	

39- **گزینه ۲ درست است.**

$$\theta=\frac{m_۱c_۱\theta_۱+m_۲c_۲\theta_۲}{m_۱c_۱+m_۲c_۲}=\frac{m\times۱\times۱۰۰+۴M\times۱\times۰}{m\times۱+۴M\times۱}=\frac{۱۰۰}{۵}$$

$$\theta=۲۰^\circ C$$

40- **گزینه ۴ درست است.**

$$۳\alpha=۳\times۱۸\times۱۰^{-۶}=۵۴\times\frac{۱۰^{-۶}}{^\circ C}$$

$$\frac{۱}{\frac{۹}{۵}}=\frac{۵}{۹}\qquad\frac{۵}{۹}(۳\alpha)=\frac{۵}{۹}\times۵۴\times۱۰^{-۶}=۳۰\times۱۰^{-۶}=۳\times۱۰^{-۵}$$

41- **گزینه ۳ درست است.**

42- **گزینه ۴ درست است.**

43- **گزینه ۴ درست است.**

44- **گزینه ۲ درست است.**

$$\Delta W=P_۲(V_۲-V_۱)-P_۱(V_۲-V_۱)$$

$$\Delta W=(P_۲-P_۱)(V_۲-V_۱)$$

در مسیرهایی که تغییر حجم نباشد، کاری انجام نمی‌گیرد.

45- **گزینه ۳ درست است.**

$M\quad H_۲O=۱۸gr$

$$n=\frac{m}{M}=\frac{۱۸۰۰}{۱۸}=۱۰۰\ \text{مول}$$

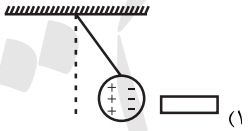
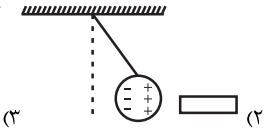
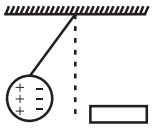
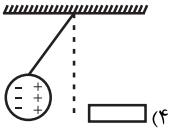
$$V=\frac{nRT}{P}=\frac{۱۰۰\times۸\times۳۷۳}{۱۰^۵}=۲/۹۸۴m^۳=۲۹۸۴lit$$

فیزیک (۲)

۳۰ دقیقه

الکتریسیتهٔ ساکن
صفحه‌های ۱ تا ۳۸

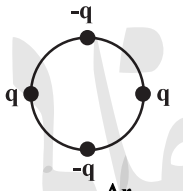
1 -اگر یک میلهٔ شیشه‌ای را به کمک مالش با پارچهٔ پشمی باردار و سپس به کرهٔ فلزی یک آونگ الکتریکی بدون بار نزدیک کنیم، کدام گزینه القای بار الکتریکی در کرهٔ فلزی و انحراف آن را به درستی نشان می‌دهد؟ (در سری الکتریسیتهٔ مالشی پشم به انتهای منفی سری از شیشه نزدیکتر است.)

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

2 -دو بار الکتریکی نقطه‌ای در فاصلهٔ ۳۵ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دارند و نیروی الکتریکی F را به هم وارد می‌کنند. اگر آن‌ها را به اندازهٔ d به هم نزدیک کنیم، اندازهٔ نیروی بین آن‌ها ۹۶ درصد افزایش می‌یابد. d چند سانتی‌متر است؟

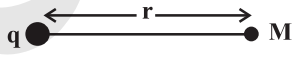
۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۵

3 -مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای با اندازه‌های یکسان در فاصله‌های مساوی روی محیط یک دایره ثابت شده‌اند. اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر یکی از بارها، چند برابر اندازهٔ نیرویی است که هر یک از بارها به بار مجاور خود وارد می‌کنند؟



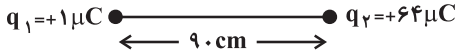
۱) $\sqrt{۲}-\frac{۱}{۲}$ ۲) $\sqrt{۲}-۱$
۳) $\frac{\sqrt{۲}-۱}{۲}$ ۴) $۱-\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

4 -اگر فاصلهٔ بار نقطه‌ای q از نقطهٔ M به اندازهٔ Δr افزایش یابد، اندازهٔ میدان الکتریکی در آن نقطه ۳۶ درصد کاهش می‌یابد. $\frac{\Delta r}{r}$ کدام است؟



۱) $\frac{۴}{۵}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$
۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$

5 -مطابق شکل زیر، بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در فاصلهٔ ۹۰ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دارند و میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ M روی خط واصل دو بار صفر است. اگر بار $q_۱$ را ۴ برابر کرده و $۱۰cm$ از نقطهٔ M دور کنیم و بار $q_۲$ را قرینه کنیم، بزرگی میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ M چند نیوتون بر کولن خواهد شد؟ $(k = ۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$

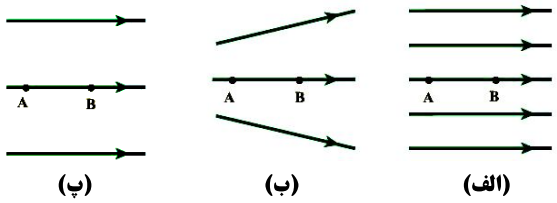


۱) ۱۳×۱۰^۵ ۲) ۱۸×۱۰^۵
۳) ۲۷×۱۰^۵ ۴) صفر

6 -ذرهٔ بارداری به جرم $۳۰g$ و بار $q = -۱/۵\mu C$ داخل میدان الکتریکی یکنواختی در حال سکون قرار دارد. اگر ذرهٔ باردار دیگری با بار $q' = ۱\mu C$ در این میدان الکتریکی قرار گیرد، از طرف میدان الکتریکی چه نیرویی برحسب نیوتون و در چه جهتی به آن وارد می‌شود؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

۱) ۰/۲، بالا ۲) ۰/۲، پایین ۳) ۰/۴۵، بالا ۴) ۰/۴۵، پایین

7 -شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک بار منفی با تندی v از نقطهٔ A پرتاب می‌شود و بدون تغییر جهت تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌شود. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت ذرهٔ باردار در نقطهٔ B کمتر از بقیه است؟ (از نیروی وزن وارد بر بار صرف‌نظر شود.)



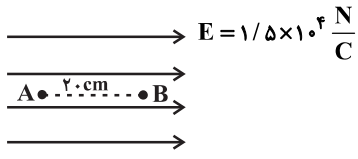
۱) الف

۲) ب

۳) پ

۴) تندی بار در نقطهٔ B در هر سه شکل یکسان است.

8 -ذره‌ای به جرم $۲۰mg$ و بار $-۴\mu C$ در میدان الکتریکی یکنواختی در حال حرکت خودبه‌خود است. اگر انرژی جنبشی ذره در نقطهٔ A برابر با $۱۶mJ$ باشد، تندی ذره هنگامی که در نقطهٔ B قرار داشته است، چند متر بر ثانیه بوده است؟ (از نیروی وزن و اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)



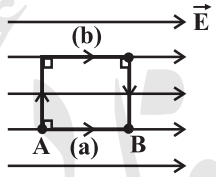
۱) ۵

۲) ۱۰

۳) ۲۰

۴) ۴۰

9 -در میدان الکتریکی یکنواخت شکل زیر، بار $+q$ را از مسیرهای (a) و (b) از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌کنیم. کدام مقایسه در مورد تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی و کار نیروی میدان الکتریکی وارد بر ذره در دو مسیر درست است؟



۱) $W_a < W_b$ و $\Delta U_b > \Delta U_a$

۲) $W_a = W_b$ و $\Delta U_b > \Delta U_a$

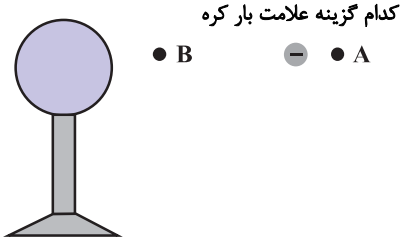
۳) $W_a < W_b$ و $\Delta U_b = \Delta U_a$

۴) $W_a = W_b$ و $\Delta U_b = \Delta U_a$

10 -ذره‌ای به جرم $۲g$ و بار الکتریکی $+۲\times۱۰^{-۴}C$ را در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۱۰۰\frac{N}{C}$ که جهت آن در راستای قائم و به سمت پایین است، با سرعت $۲\frac{m}{s}$ به‌طرف بالا پرتاب می‌کنیم. این ذره حداکثر چند متر از نقطهٔ پرتاب بالا می‌رود؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و از کلیهٔ اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود.)

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۰۵

11 -مطابق شکل زیر، ذرهٔ باردار منفی و کوچکی را از نقطهٔ A به کرهٔ بارداری که روی پایه عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم و در نقطهٔ B قرار می‌دهیم. اگر در این جابه‌جایی کار نیروی الکتریکی منفی باشد، در این‌صورت در کدام گزینه علامت بار کره و مقایسهٔ پتانسیل الکتریکی بین دو نقطهٔ A و B به درستی بیان شده است؟



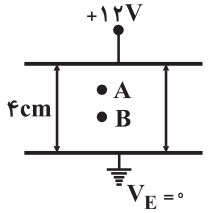
۱) مثبت، $V_B > V_A$

۲) مثبت، $V_A > V_B$

۳) منفی، $V_B > V_A$

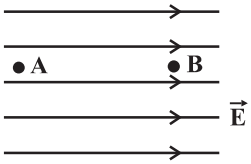
۴) منفی، $V_A > V_B$

12 -مطابق شکل زیر، در فاصلهٔ بین دو صفحهٔ رسانای موازی، اگر بار الکتریکی نقطه‌ای $q = +۲\mu C$ را از نقطهٔ B به نقطهٔ A منتقل کنیم، کار نیروی میدان الکتریکی بر روی آن چند میلی‌ژول است؟ $(\overline{AB} = ۲cm)$



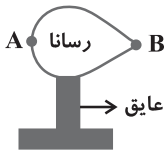
۱) ۱/۲ ۲) $-۱/۲$ ۳) $۱/۲\times۱۰^{-۲}$ ۴) $-۱/۲\times۱۰^{-۲}$

13 -مطابق شکل زیر، یک الکترون از نقطهٔ A با تندی $۴\times۱۰^{۵}\frac{m}{s}$ در جهت خطوط میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی E، پرتاب شده و در نقطهٔ B متوقف می‌شود. $V_A - V_B$ چند ولت است؟ (بار الکترون $-۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ و جرم آن $۱۰^{-۲۷}g$ است و از نیروی وزن صرف‌نظر شود.)



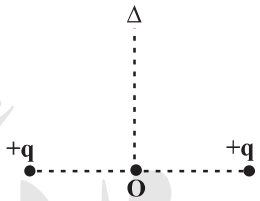
۱) ۰/۵
۲) -۰/۵
۳) ۵۰
۴) -۵۰

14 -در شکل زیر، یک رسانای نوک تیز روی پایهٔ عایقی قرار دارد. اگر مقداری بار مثبت به این رسانا بدهیم، پس از ایجاد تعادل کدام عبارت نادرست است؟



۱) میدان الکتریکی در داخل رسانا برابر با صفر است.
۲) میدان الکتریکی در خارج رسانا و در حوالی نقطهٔ B قوی‌تر از میدان الکتریکی در حوالی نقطهٔ A است.
۳) تراکم بار الکتریکی نقطهٔ B بیش‌تر از نقطهٔ A است.
۴) پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B بیش‌تراز نقطهٔ A است.

15 -در شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای یکسان q+ در فاصلهٔ معینی از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر روی عمودمنصف خط واصل دو بار (Δ)، از فاصلهٔ دور تا نقطهٔ O حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی نقاط چگونه تغییر می‌کند؟



۱) پیوسته کاهش می‌یابد.
۲) پیوسته افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.
۴) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.

16 -اگر ولتاژ دو سر خازنی را ۳ برابر کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات آن ۲۰nC افزایش می‌یابد. بار اولیهٔ خازن چند نانوکولن بوده است؟ (پدیدهٔ فروشکست رخ نمی‌دهد.)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

17 -اگر فاصلهٔ بین صفحات خازنی را ۲۰ درصد افزایش دهیم و مساحت صفحات آن را به ۲۰ درصد مقدار اولیهٔ آن برسانیم، برای این‌که بار خازن تغییری نکند، ولتاژ دو سر آن را باید چند برابر کنیم؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۶}$ ۳) ۶ ۴) ۴

18 -ظرفیت یک دستگاه رفع لرزش نامنظم قلب $۱۰\mu F$ می‌باشد. امدادگران این دستگاه را با ولتاژ $۵kV$ شارژ می‌کنند و سپس ۸۰٪ انرژی آن از طریق ماس صفحه‌های رابط (کفشک‌ها) با قفسهٔ سینهٔ بیمار در مدت زمان $۲ms$ به درون بدن بیمار تخلیه می‌شود. انرژی تخلیه شده در بدن بیمار و همچنین توان متوسط تخلیهٔ این انرژی برحسب واحدهای SI به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۱) ۱۲۵ و ۶۲۵۰۰ ۲) ۱۰۰ و ۶۲۵۰۰ ۳) ۱۲۵ و ۵۰۰۰۰ ۴) ۱۰۰ و ۵۰۰۰۰

19 -خازن مسطح پر شده‌ای را از مولد جدا می‌کنیم. اگر فاصلهٔ صفحات را کاهش دهیم، کدام‌یک از گزینه‌های زیر ثابت می‌ماند؟

۱) ظرفیت خازن ۲) ولتاژ خازن ۳) میدان الکتریکی ۴) انرژی خازن

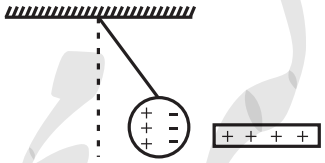
20 -اگر قسمتی از بار الکتریکی یک خازن پُر شده را تخلیه کنیم. انرژی آن ۹۶ درصد کاهش می‌یابد. در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟

۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۴ ۴) ۲۰

فیزیک (۲)

1- **گزینهٔ «۱»** *(پریناز رادمهر)*

با توجه به سری الکتریسیتهٔ مالشی هرگاه میله‌ای شیشه‌ای را با پارچه‌ای پشمی مالش دهیم، میله دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود و با نزدیک کردن میله به کرهٔ رسانای خنثی، در آن طرف کره که نزدیک به میله است، بار الکتریکی‌ای مخالف با بار میله، یعنی بار منفی و در طرف دیگر آن بار مثبت القا می‌شود. چون فاصلهٔ بارهای منفی کره تا میله، کم‌تر از فاصلهٔ بارهای مثبت کره تا میله است، بنابراین نیروی ربایشی بین بارهای میله و کره، بیش‌تر از نیروی رانشی آن‌ها خواهد بود و کره جذب میله می‌شود.



(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲ تا ۴)

2- **گزینهٔ «۲»** *(حسن زرین‌مهر)*

اندازهٔ نیروی بین دو بار در ابتدا F و سپس با تغییر فاصله، اندازهٔ نیروی بین دو بار به $1/96F$ افزایش می‌یابد. برای هر دو حالت، رابطهٔ قانون کولن را می‌نویسیم.

$$\begin{cases} F = k\dfrac{|q_1||q_2|}{r^2} \\ F' = k\dfrac{|q_1||q_2|}{(r-d)^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F}{F'} = \frac{(r-d)^2}{r^2} \xrightarrow[r=35cm]{F'=1/96F}$$

$$\Rightarrow \frac{F}{1/96F} = \frac{(35-d)^2}{35^2} \Rightarrow \frac{1}{1/4} = \frac{35-d}{35}$$

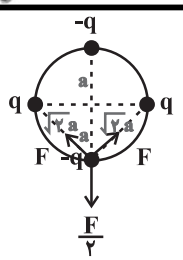
$$\Rightarrow d = 10cm$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۵ و ۶)

3- **گزینهٔ «۱»** *(محسن طالب‌مهر)*

اگر اندازهٔ نیرویی که بارهای مجاور بر هم وارد می‌کنند را برابر با F فرض کنیم، نیرویی که دو بار روی یک قطر بر هم وارد می‌کنند، برابر با $\frac{F}{2}$ است.

(چون فاصلهٔ بارهایی که در دو سر قطر می‌باشند، $\sqrt{2}$ برابر فاصلهٔ بین بارهای مجاور است و طبق رابطهٔ مقایسه‌ای قانون کولن، نیروی بین دو بار در دو سر قطر، نصف نیروی بین دو بار مجاور یکدیگر می‌باشد.)



$$\equiv \downarrow \frac{F}{2} \quad \uparrow \sqrt{2}F \equiv \uparrow \quad F_T = (\sqrt{2} - \frac{1}{2})F$$

بنابراین مطابق شکل، بر هر بار سه نیرو وارد می شود که برایند نیروهایی که بارهای مجاور، بر هر بار وارد می‌کنند، برابر با $\sqrt{2}F$ است و می‌توان نوشت:

$$F_T = \sqrt{2}F - \frac{F}{2} \Rightarrow \frac{F_T}{F} = \sqrt{2} - \frac{1}{2}$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۵ تا ۱۰)

4- **گزینهٔ «۳»** *(فرشید کارخانه)*

میدان الکتریکی ناشی از بار نقطه‌ای q در نقطهٔ M، ۳۶ درصد کاهش یافته، پس خواهیم داشت:

$$E_2 = E_1 - 0/36E_1 = 0/64E_1$$

طبق رابطهٔ $E = k\frac{|q|}{r^2}$، داریم:

$$E = k\frac{|q|}{r^2} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = (\frac{r_1}{r_2})^2 \Rightarrow \frac{0/64E_1}{E_1} = (\frac{r}{r+\Delta r})^2$$

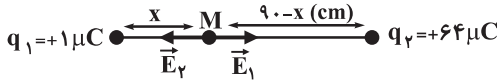
$$\Rightarrow \frac{r}{r+\Delta r} = 0/8 \Rightarrow 0/8r + 0/8\Delta r = r$$

$$\Rightarrow 0/2r = 0/8\Delta r \Rightarrow \frac{\Delta r}{r} = \frac{1}{4}$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۱۱ تا ۱۳)

5- **گزینهٔ «۲»** *(فرشید کارخانه)*

ابتدا باید مکان دقیق نقطهٔ M را بیابیم. چون بارهای q_1 و q_2 هم‌نام هستند، نقطهٔ تعادل (نقطهٔ M) روی خط واصل دو بار، بین دو بار و نزدیک به بار با اندازهٔ کوچکتر می‌باشد.



$$E_1 = E_2$$

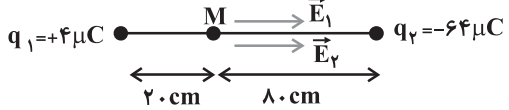
$$\Rightarrow \frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|q_2|}{(90-x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{64}{(90-x)^2}$$

$$\Rightarrow (\frac{90-x}{x})^2 = 64 \Rightarrow \frac{90-x}{x} = 8 \Rightarrow 8x = 90 - x$$

$$\Rightarrow 9x = 90 \Rightarrow x = 10cm$$

حال باید بار q_1 را ۴ برابر کرده و ۱۰ سانتی‌متر از نقطهٔ M دور کنیم، یعنی بار q_1 را ۱۰ سانتی‌متر به سمت چپ جابه‌جا می‌کنیم. پس فاصلهٔ

بار q_1 تا نقطهٔ M، ۲۰ سانتی‌متر می‌شود و سپس بار q_2 را قرینه می‌کنیم. حال می‌توان میدان الکتریکی برایند را در نقطهٔ M به‌دست آورد:



$$E_1 = k\frac{|q_1|}{r_1^2} = 9\times10^9 \times \frac{4\times10^{-6}}{20\times20\times10^{-4}} = 9\times10^5 \frac{N}{C}$$

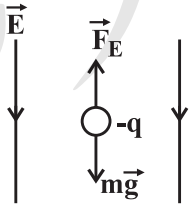
$$E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2} = 9\times10^9 \times \frac{64\times10^{-6}}{80\times80\times10^{-4}} = 9\times10^5 \frac{N}{C}$$

$$|\vec{E}_T| = |\vec{E}_1 + \vec{E}_2| = (9\times10^5) + (9\times10^5) = 18\times10^5 \frac{N}{C}$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۱۱ تا ۱۶)

6- **گزینهٔ «۲»** *(زهره آقامحمدی)*

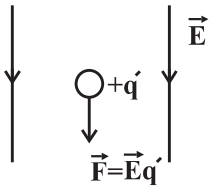
چون بار q ساکن است، پس برایند نیروهای وارد بر آن صفر است، پس نیرویی که از طرف میدان الکتریکی به آن وارد می‌شود با نیروی وزن هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند.



$$E|q| = mg \Rightarrow E = \frac{30\times10^{-3}\times10}{1/5\times10^{-6}} = 2\times10^5 \frac{N}{C}$$

از طرفی چون بار q منفی است، پس نیروی الکتریکی خلاف جهت میدان است، یعنی جهت خط‌های میدان رو به پایین است.

اگر بار $q' > 0$ در این میدان قرار گیرد، از طرف میدان نیرویی هم‌جهت با میدان به آن وارد می‌شود که جهت آن رو به پایین است.



$$F' = E|q'| = 2\times10^5 \times 10^{-6} = 0/2\,N$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۱۸ و ۱۹)

7- **گزینهٔ «۱»** *(محمد گودرزی)*

چون بار منفی در جهت خطوط میدان پرتاب شده است، لذا نیرویی در خلاف جهت خطوط میدان به بار منفی وارد می‌شود که باعث کاهش سرعت ذره می‌شود. چون میدان الکتریکی در شکل (الف) قوی‌تر (خطوط میدان متراکم‌تر) است، لذا طبق رابطهٔ $\Delta U = -|q|Ed\cos\alpha$، تغییر انرژی پتانسیل و تغییر انرژی جنبشی آن بیش‌تر است و در نتیجه انرژی جنبشی ذره بیش‌تر کاهش می‌یابد. در نتیجه تندی ذره در نقطهٔ B کمتر از دو آرایش دیگر خواهد شد.

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۰ و ۲۱)

8- **گزینهٔ «۳»** *(هاشم زمانیان)*

چون اتلاف انرژی نداریم، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با قرینهٔ تغییر انرژی جنبشی است، لذا داریم:

$$\Delta U_E = -\Delta K \Rightarrow -|q|Ed\cos\alpha = -\Delta K$$

$$\Rightarrow |q|Ed\cos\alpha = \Delta K \xrightarrow{\alpha=0} |q|Ed = K_A - K_B$$

$$4\times10^{-6}\times1/5\times10^4\times0/2 = 16\times10^{-3} - K_B$$

$$\Rightarrow K_B = 4\times10^{-3}\,J$$

حال با توجه به جرم ذره و رابطهٔ انرژی جنبشی، تندی آن را می‌یابیم:

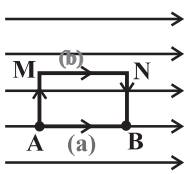
$$K_B = \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow 4\times10^{-3} = \frac{1}{2}\times20\times10^{-6}\times v_B^2$$

$$\Rightarrow v_B^2 = 400 \Rightarrow v_B = 20\frac{m}{s}$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۰ و ۲۱)

9- **گزینهٔ «۴»** *(محمد گودرزی)*

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار در مسیر **(b)** فقط شامل تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی مسیر افقی مسیر **(b)** است، زیرا در مسیرهای عمود بر خطوط میدان، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره صفر است. پس تغییر انرژی پتانسیل ذره در هر دو مسیر یکسان می‌شود.



$$\Delta U_b = \Delta U_{AM} + \Delta U_{MN} + \Delta U_{NB} \xrightarrow{\Delta U_{AM} = \Delta U_{NB} = 0}$$

$$\left.\begin{aligned}\Delta U_b &= \Delta U_{MN}\\ \Delta U_a &= \Delta U_{AB}\end{aligned}\right\} \Rightarrow \Delta U_a = \Delta U_b$$

کار نیروی میدان الکتریکی در یک جابه‌جایی معین برابر است با:

$$W_E = -\Delta U_E$$

با توجه به برابری تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی، کار نیروی میدان $\vec{E}$ نیز در هر دو مسیر یکسان است.

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۰ و ۲۱)

10- **گزینهٔ «۳»** *(نصرالله اخاضل)*

روش اول: با استفاده از قانون پایستگی انرژی می‌توان گفت که در لحظهٔ پرتاب، ذره فقط دارای انرژی جنبشی $\frac{۱}{۲}mv^۲$ است و ضمن بالا رفتن، این انرژی به انرژی پتانسیل گرانشی (mgh) و انرژی پتانسیل الکتریکی (qEh) تبدیل می‌شود، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{۱}{۲}mv^۲ = mgh + qEh$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}\times ۲\times ۱۰^{-۳}\times (۲)^۲ = ۲\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰\times h + ۲\times ۱۰^{-۴}\times ۱۰۰\times h$$

$$\Rightarrow h = ۰/۱m$$

روش دوم: بنابه قضیهٔ کار - انرژی جنبشی، می‌توان نوشت:

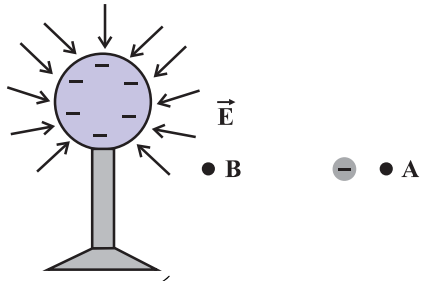
$$\Delta K = W_{\text{برایند}} \Rightarrow K_۲ - K_۱ = W_{mg} + W_E$$

$$\Rightarrow ۰ - \frac{۱}{۲}mv^۲ = -mgh - Eqh \Rightarrow h = ۰/۱m$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۰ و ۲۱)

11- **گزینهٔ «۴»** *(محمد گودرزی)*

چون طی جابه‌جایی بار از نقطهٔ A تا B، کار نیروی الکتریکی منفی شده است، طبق رابطهٔ $\Delta U_E = -W_E$، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره مقداری مثبت است، چون انرژی پتانسیل بار منفی هنگامی افزایش می‌یابد که در جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، کره می‌بایست دارای بار منفی باشد. از طرفی با حرکت در جهت خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد، در نتیجه: $V_A > V_B$



(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۲ تا ۲۴)

12- **گزینهٔ «۴»** *(نصرالله اخاضل)*

با توجه به این‌که میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحهٔ موازی، یکنواخت است، می‌توان نوشت:

$$|\Delta V| = Ed \Rightarrow \frac{|\Delta V_{BA}|}{|\Delta V_T|} = \frac{d_{BA}}{d_T}$$

$$\Rightarrow \frac{|\Delta V_{BA}|}{۱۲} = \frac{۲}{۴} \Rightarrow |\Delta V_{BA}| = ۶V$$

$$\Rightarrow \Delta V_{BA} = ۶V$$

چون در خلاف جهت خط‌های میدان الکتریکی جابه‌جا شده‌ایم، پتانسیل الکتریکی افزایش یافته است. از نقطهٔ B تا نقطهٔ A تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار و کار انجام شده روی آن برابر است با:

$$W = -\Delta U = -q\Delta V_{BA} = -۲\times ۱۰^{-۶}\times ۶$$

$$\Rightarrow W = -۱/۲\times ۱۰^{-۵}J = -۱/۲\times ۱۰^{-۲}mJ$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۰ تا ۲۵)

13- **گزینهٔ «۱»** *(سیدامیر نیکویی‌نوائی)*

چون تنها نیروی مؤثر وارد بر الکترون در مسیر حرکت، نیرویی است که از سوی میدان الکتریکی یکنواخت بر آن وارد می‌شود، با توجه به قضیهٔ کار - انرژی جنبشی داریم:

$$W_E = \Delta K \Rightarrow W_E = K_B - K_A$$

از آنجایی که ذره متوقف می‌شود، انرژی جنبشی نهایی آن صفر است، همچنین کار نیروی الکتریکی وارد بر ذره برابر قرینهٔ تغییر انرژی پتانسیل ذره است:

$$W_E = -K_A \xrightarrow{W_E = -\Delta U_E} \Delta U_E = K_A$$

$$\Rightarrow q\Delta V = K_A \Rightarrow \Delta V = \frac{K_A}{q}$$

$$\Delta V = \frac{\frac{۱}{۲}mv_۱^۲}{q} = \frac{\frac{۱}{۲}\times ۱۰^{-۳۰}\times ۱۶\times ۱۰^{۱۰}}{-۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}} = -۰/۵V$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = ۰/۵V$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۰ تا ۲۴)

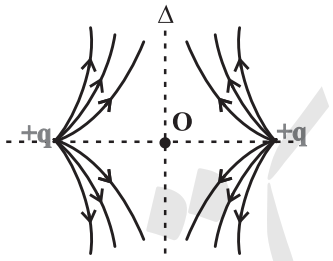
14- **گزینهٔ «۴»** *(علی بگلو)*

می‌دانیم اگر به رسانایی بار الکتریکی بدهیم، پس از ایجاد تعادل، بار در سطح خارجی رسانا توزیع می‌شود و در داخل رسانا باری باقی نمی‌ماند. توزیع بار روی سطح خارجی به گونه‌ای است که میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر است، اما چون در نقاط نوک تیز رسانا بار بیش‌تری جمع می‌شود، تراکم بار الکتریکی در نقطهٔ B بیش‌تر از نقطهٔ A است و با توجه به این‌که میدان الکتریکی یک سطح با تراکم بار آن سطح متناسب است، میدان الکتریکی در حوالی نقطهٔ B قوی‌تر از میدان الکتریکی در حوالی نقطهٔ A است. در نهایت بارهای روی سطح رسانا در حالت تعادل الکترواستاتیکی قرار دارند و مثلاً اگر باری را از نقطهٔ A به نقطهٔ B منتقل کنیم، کاری انجام نمی‌دهیم، بنابراین نقاط روی سطح یک رسانا هم‌پتانسیل هستند و پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B با پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A برابر است.

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۵ تا ۲۷)

15- **گزینهٔ «۲»** *(نصرالله اخاضل)*

می‌دانیم اگر در جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد و اگر در خلاف جهت خط‌های میدان حرکت کنیم، پتانسیل نقاط افزایش می‌یابد.



بنابراین با حرکت روی خط Δ تا رسیدن به نقطهٔ O، چون در خلاف جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کرده‌ایم، پتانسیل الکتریکی نقاط پیوسته افزایش می‌یابد.

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۲ تا ۲۴)

16- **گزینهٔ «۲»** *(حسین ناصحی)*

ظرفیت خازن فقط تابع عوامل ساختمانی آن می‌باشد. با تغییرات V و Q، ظرفیت خازن ثابت می‌ماند و داریم:

$$C_1 = C_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{V_1} = \frac{Q_2}{V_2} \xrightarrow[V_2 = 3V_1]{Q_2 = (Q_1 + 20)nC} \frac{Q_1}{3V_1} = \frac{Q_1 + 20}{V_1}$$

$$\Rightarrow Q_1 + 20 = 3Q_1 \Rightarrow Q_1 = 10nC$$

(فیزیک ۲، صفحهٔ ۲۹)

17- **گزینهٔ «۳»** *(مرتضی جعفری)*

فاصلهٔ بین صفحات خازن ۲۰ درصد افزایش یافته است، یعنی مقدار جدید آن ۱/۲ برابر مقدار قبلی می‌باشد. مساحت صفحات خازن نیز ۲۰ درصد مقدار اولیه شده است، یعنی مقدار جدید آن ۰/۲ برابر مقدار قبلی آن است.

با این تغییرات مطابق رابطهٔ زیر، ظرفیت خازن $\frac{1}{6}$ برابر می‌شود.

$$C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow[d_2 = 1/2 d_1]{A_2 = 0/2 A_1}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{0/2 A_1}{A_1} \times \frac{d_1}{1/2 d_1} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{6}$$

مطابق رابطهٔ زیر، برای ثابت ماندن بار، ولتاژ خازن باید ۶ برابر شود.

$$Q = CV \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{Q_1 = Q_2}$$

$$1 = \frac{1}{6} \times \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 6$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۹ تا ۳۲)

18- **گزینهٔ «۴»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

انرژی ذخیره شده در خازن از رابطهٔ $U = \frac{1}{2}CV^2$ محاسبه می‌شود. داریم:

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times (5 \times 10^3)^2 = 125J$$

طبق صورت سؤال ۸۰٪ این انرژی به بدن بیمار منتقل می‌شود. بنابراین داریم:

$$U' = \frac{80}{100} \times U = \frac{80}{100} \times 125 = 100J$$

توان متوسط انرژی تخلیه شده در بدن بیمار برابر است با:

$$P = \frac{U'}{t} = \frac{100}{2 \times 10^{-3}} = 50 \times 10^3 W$$

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۳۳ و ۳۴)

19- **گزینهٔ «۳»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

با کاهش فاصلهٔ میان صفحات، طبق رابطهٔ $C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d}$، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد. از طرفی چون خازن از مولد جدا شده است، بار الکتریکی آن ثابت است و طبق رابطهٔ $U = \frac{Q^2}{2C}$، انرژی خازن کاهش می‌یابد.

طبق رابطهٔ $V = \frac{Q}{C}$، ولتاژ دو سر خازن کاهش می‌یابد. در نهایت طبق رابطهٔ $E = \frac{\Delta V}{d}$ هم ولتاژ و هم فاصلهٔ میان صفحات به یک نسبت کاهش می‌یابند. بنابراین میدان الکتریکی خازن ثابت می‌ماند.

نکته: طبق رابطهٔ $E = \frac{Q}{\kappa\varepsilon_0 A}$، نیز می‌توان پی برد که میدان الکتریکی ثابت می‌ماند. زیرا تمام کمیت‌های موجود در این رابطه (یعنی Q، κ و A) ثابت مانده‌اند.

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۸ تا ۳۴)

20- **گزینهٔ «۲»** *(مصطفی کیانی)*

با استفاده از رابطهٔ $U = \frac{1}{2}CV^2$ و با توجه به ثابت بودن ظرفیت خازن به صورت زیر، تغییر اختلاف پتانسیل دو سر خازن را پیدا می‌کنیم؛ دقت کنید، چون انرژی خازن ۹۶ درصد کاهش یافته است، $U_2 = U_1 - 0/96U_1 = 0/04U_1$ است.

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \xrightarrow{C = \text{ثابت}} \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \xrightarrow{U_2 = 0/04U_1}$$

$$\frac{0/04U_1}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{4}{100} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{2}{10} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = 0/2V_1$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 \Rightarrow \Delta V = 0/2V_1 - V_1$$

$$\Rightarrow \Delta V = -0/8V_1 \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = -80\%$$

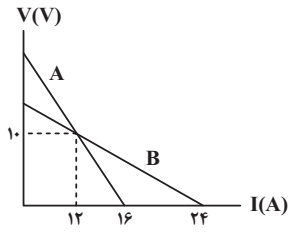
بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر خازن، ۸۰ درصد کاهش می‌یابد.

(فیزیک ۲، صفحه‌های ۳۳ و ۳۴)

1 - سیمی رسانا و همگن دارای مقاومت الکتریکی R_1 است. اگر این سیم را ۶ بار متوالی از وسط تا کرده و ولتاژ دو سر آن‌را $\frac{1}{16}$ برابر کنیم، توان مصرفی در این رسانا نسبت به حالت اولیهٔ آن چند برابر می‌شود؟

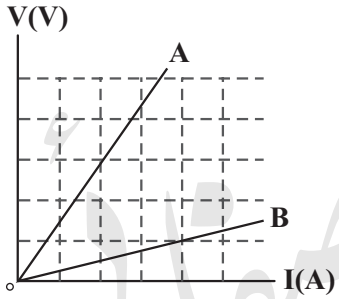
۱) ۱۶ ۲) ۶۴ ۳) ۳۲ ۴) ۸

2 - نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری‌های مجزای A و B برحسب جریان الکتریکی عبوری از آن‌ها مطابق شکل زیر است. در حالتی که جریان ۱۲A از دو باتری عبور می‌کند، به‌ترتیب از راست به چپ، نسبت توان تلف شده باتری A به B و نسبت توان خروجی باتری A به B کدام است؟



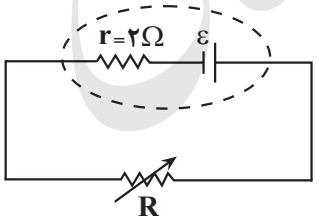
۱) $\frac{5}{3}$ ، ۳ ۲) ۱، ۳ ۳) $\frac{5}{3}$ ، ۲ ۴) ۱، ۲

3 - نمودار اختلاف پتانسیل برحسب جریان الکتریکی عبوری برای دو سیم A و B، مطابق شکل زیر است. اگر مقاومت ویژهٔ سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژهٔ سیم B و حجم سیم A، ۲ برابر حجم سیم B باشد، طول سیم A چند برابر طول سیم B است؟



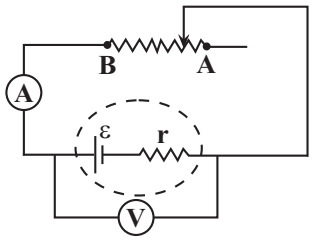
۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۴
۴) ۲

4 - در مدار شکل زیر، اگر مقاومت رئوستا ۳Ω باشد، توان خروجی باتری ۳ وات می‌شود. اگر مقاومت رئوستا را به ۸Ω برسانیم، توان خروجی باتری چند برابر می‌شود؟ (دما ثابت است.)



۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{4}$
۳) $\frac{1}{3}$ ۴) $\frac{2}{3}$

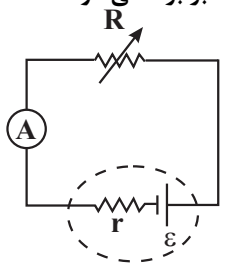
5- در مدار شکل زیر، با حرکت لغزندهٔ رئوستا از نقطهٔ A تا نقطهٔ B، اعدادی که آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



۱) کاهش می‌یابد – افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد – کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد – کاهش می‌یابد.
۴) افزایش می‌یابد – افزایش می‌یابد.

محل انجام محاسبات

6 - در مدار شکل زیر، آمپرسنج آرمانی جریان I را برحسب یکای SI نشان می‌دهد. اگر مقاومت متغیر R، ۲۲ برابر شود، آمپرسنج جریان $\frac{۱}{۱۵}I$ را نشان خواهد داد. اگر مقاومت متغیر صفر شود، جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چند برابر I می‌شود؟

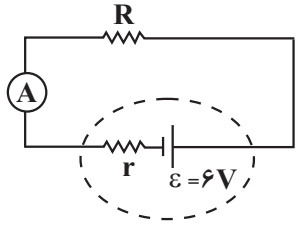


۱) ۳
۲) ۱
۳) ۴
۴) ۲

7 - اگر یک باتری را به مقاومت خارجی ۳Ω وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر آن $۱۲V$ می‌شود و اگر آن را به مقاومت خارجی ۸Ω وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر آن $۱۶V$ می‌شود. نیروی محرکهٔ باتری چند ولت است؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۴ ۳) ۲۰ ۴) ۲۸

8 - در مدار شکل زیر، آمپرسنج آرمانی $۰/۲A$ را نشان می‌دهد. اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی R، ۹ برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت داخلی r باشد، توان مصرفی در مقاومت R، چند وات است؟

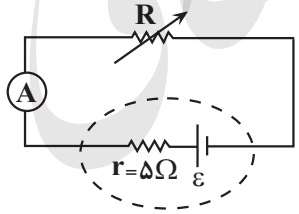


۱) ۱/۰۸
۲) ۱/۰۶
۳) ۲/۰۲۱
۴) ۲/۰۸

9 - دو سر سیمی با مقاومت ویژه $۱۰^{-۶}\Omega.m$ و قطر مقطع $۴mm$ را به اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم. اگر جریان عبوری از سیم $۴A$ و توان مصرفی آن $۱۰۰W$ باشد، جرم سیم چند کیلوگرم است؟ ($\rho'_{سیم}=۸\frac{g}{cm^۳}$ و $\pi=۳$)

۱) ۰/۶ ۲) ۶ ۳) ۷/۲ ۴) ۲/۴

10 - با توجه به شکل زیر، چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست است؟



آ) اگر مقاومت متغیر R را از ۳Ω به ۴Ω افزایش دهیم، توان خروجی باتری پیوسته افزایش می‌یابد.

ب) اگر مقاومت متغیر R را از ۴Ω به ۶Ω برسانیم، توان خروجی باتری، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

پ) اگر مقاومت متغیر R را از ۵Ω به ۶Ω برسانیم، توان خروجی باتری پیوسته افزایش می‌یابد.

ت) اگر مقاومت متغیر R را از ۶Ω به ۴Ω برسانیم، توان خروجی باتری ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

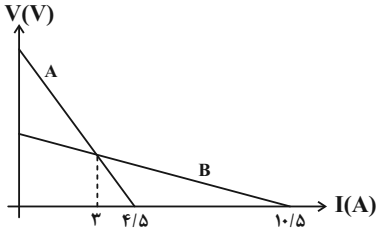
محل انجام محاسبات

فیزیک 2: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 82 — وقت پیشنهادی: 15 **دقیقه**

11 - قاعدهٔ حلقه در مدارهای الکتریکی، بر اساس کدام‌یک از قوانین فیزیکی زیر بیان شده است؟

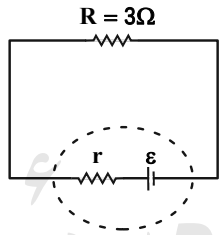
1) قانون پایستگی بار الکتریکی
2) قانون پایستگی جرم
3) قانون پایستگی انرژی
4) قانون دوم نیوتون

12 - اگر نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولدهای مجزای **A** و **B** برحسب جریان عبوری از آن‌ها مطابق شکل زیرباشد، مقاومت درونی مولد **A** چند برابر مقاومت درونی مولد **B** است؟



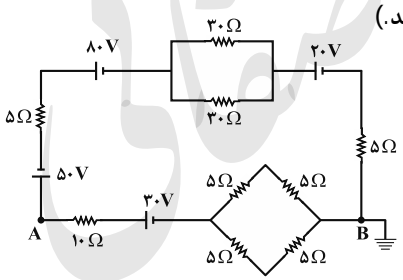
1) 5
2) $\frac{1}{5}$
3) 4
4) $\frac{1}{4}$

13 - در مدار شکل زیر، اگر افت پتانسیل درون مولد برابر با 40 درصد نیروی محرکهٔ آن باشد، مقاومت درونی مولد چند اهم است؟



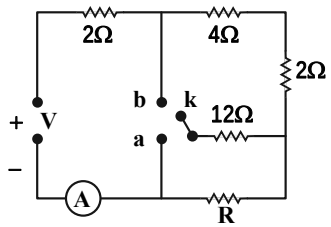
1) 1/2
2) 2
3) 1/8
4) 1/5

14 - در مدار شکل زیر، پتانسیل الکتریکی نقطهٔ **A** چند ولت است؟ (مولدها آرمانی هستند.)



1) 50
2) 75
3) 45
4) 65

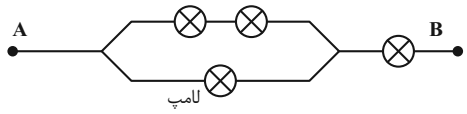
15 - در مدار شکل زیر، کلید **k** را یک بار به نقطهٔ **a** و بار دیگر به نقطهٔ **b** وصل می‌کنیم. مقاومت **R** چند اُهم باشد، تا آمپرسنج آرمانی در هر دو حالت عدد یکسانی را نشان دهد؟



1) 4
2) 3
3) 6
4) 8

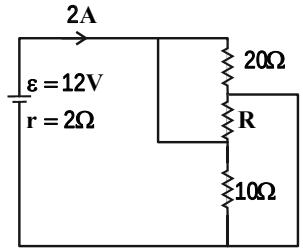
محل انجام محاسبات

16 - با 4 لامپ مشابه به مشخصات اسمی 90W و 220V مداری به شکل زیر بسته‌ایم. اگر بخواهیم هیچ یک از لامپ‌ها نسوزد، حداکثر توان الکتریکی مصرفی بین دو نقطهٔ A و B چند وات خواهد بود؟



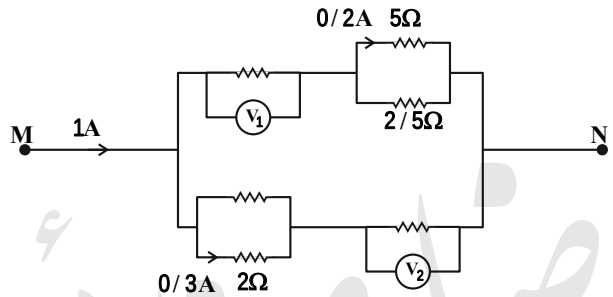
1) 170
2) 200
3) 150
4) 210

17 - در مدار شکل زیر و در مقاومت R، در هر دقیقه چند ژول انرژی مصرف می‌شود؟



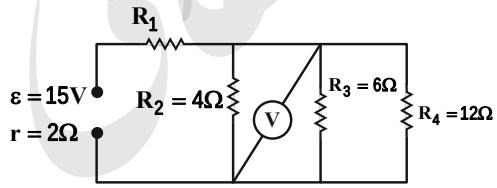
1) 464
2) 384
3) 364
4) باید مقدار مقاومت R معلوم باشد.

18 - در شکل زیر اگر ولت‌سنج‌های آرمانی V_1 و V_2 به‌ترتیب مقادیر 1/4V و 1/8V را نشان دهند، مقاومت معادل بین دو نقطهٔ M و N چند اهم است؟



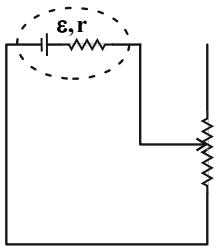
1) $\frac{12}{5}$
2) $\frac{12}{7}$
3) $\frac{5}{12}$
4) $\frac{7}{12}$

19 - در مدار شکل زیر، اگر توان مصرفی در مقاومت‌های R_1 و R_2 برابر باشد، عددی که ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهد، چند ولت است؟



1) 6
2) 12
3) 18
4) 20

20 - در مدار شکل زیر، در صورتی‌که مقاومت رئوستا برابر دو مقدار R_1 و R_2 شود $(R_2 > R_1)$، توان خروجی مولد نصف توان خروجی بیشینه آن می‌شود. $\frac{R_2}{R_1}$ کدام است؟ $(\sqrt{2} \simeq 1/4)$



1) 20
2) 19
3) 29
4) 9

محل انجام محاسبات

فیزیک ۲ – سؤال‌های مکمل

1 – گزینهٔ «۱» *(غلامرضا مهبی)*

اگر سیمی را n بار متوالی از وسط تا کنیم، با توجه به ثابت ماندن حجم سیم خواهیم داشت:

$$V=\frac{m}{\rho}\ \text{(ثابت می‌ماند)}:\ \text{ثابت}\uparrow,\ \text{ثابت}\downarrow$$

$$V_1=V_2\Rightarrow A_1L_1=A_2L_2\Rightarrow\frac{L_2}{L_1}=\frac{A_1}{A_2}=\frac{1}{2^n}$$

$$\xrightarrow{n=6}\frac{L_2}{L_1}=\frac{1}{2^6}=\frac{1}{64}$$

به کمک رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ داریم:

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{L_2}{L_1}\times\frac{A_1}{A_2}=\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2=\frac{1}{64\times64}\Rightarrow\frac{R_1}{R_2}=64^2$$

توان مصرفی الکتریکی در یک مقاومت به کمک کمیت‌های ولتاژ (V) و مقاومت الکتریکی (R) به‌صورت زیر بدست می‌آید:

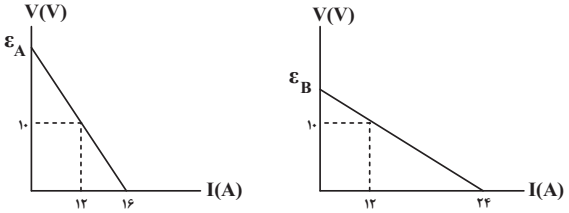
$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2\left(\frac{R_1}{R_2}\right)=\left(\frac{1}{16}\right)^2\times64^2=16$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۴۵ تا ۴۷ و ۵۳ تا ۵۵)

---

2 – گزینهٔ «۲» *(فسرو ارغوانی‌فرد)*

در نمودار $V-I$ برای یک باتری، عرض از مبدأ آن برابر با نیروی محرکهٔ باتری و اندازهٔ شیب خط برابر با مقاومت درونی باتری می‌باشد. با توجه به هر دو شکل می‌توان نوشت:



$$\text{A باتری}\begin{cases}\frac{\varepsilon_A}{10}=\frac{16}{16-12}\Rightarrow\varepsilon_A=40V\\ r_A=\frac{10}{4}=2/5\Omega\end{cases}$$

$$\text{B باتری}\begin{cases}\frac{\varepsilon_B}{10}=\frac{24}{24-12}\Rightarrow\varepsilon_B=20V\\ r_B=\frac{10}{24-12}=\frac{5}{6}\Omega\end{cases}$$

توان تلف شده در باتری از رابطه $P=rI^2$ به‌دست می‌آید، یعنی در جریان ثابت و یکسان، P با r نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{P_A}{P_B}=\frac{r_A}{r_B}=\frac{2/5}{\frac{5}{6}}=3$$

شدت جریان یکسان گذرنده از مولدها برابر با $I=12A$ است و توان خروجی باتری برابر با $P=\varepsilon I-rI^2$ می‌باشد. لذا داریم:

$$\frac{P_A}{P_B}=\frac{\varepsilon_AI-r_AI^2}{\varepsilon_BI-r_BI^2}=\frac{\varepsilon_A-r_AI}{\varepsilon_B-r_BI}=\frac{40-2/5\times12}{20-\frac{5}{6}\times12}=1$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۰ تا ۵۵)

---

3 – گزینهٔ «۴» *(مصطفی واثقی)*

ابتدا، با توجه به نمودار $V-I$ داده شده، مقاومت سیم‌های A و B را می‌یابیم. اگر هر خانهٔ محور V را y و محور I را x فرض کنیم، داریم:

$$I_A=2x(A)\Rightarrow V_A=3y(V)$$

$$I_B=4x(A)\Rightarrow V_B=1y(V)$$

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{V_A}{V_B}\times\frac{I_B}{I_A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{3y}{y}\times\frac{4x}{2x}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=6$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ $V=AL$ رابطهٔ بین طول و سطح مقطع سیم‌ها را پیدا می‌کنیم:

$$V_A=2V_B\Rightarrow A_AL_A=2\times A_BL_B\Rightarrow\frac{A_B}{A_A}=\frac{L_A}{2L_B}$$

در آخر با استفاده از رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ می‌توان نوشت:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\frac{A_B}{A_A}\xrightarrow[\rho_A=3\rho_B,\ \frac{R_A}{R_B}=6]{\frac{A_B}{A_A}=\frac{L_A}{2L_B}}$$

$$6=\frac{3\rho_B}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\frac{L_A}{2L_B}\Rightarrow\left(\frac{L_A}{L_B}\right)^2=4\Rightarrow\frac{L_A}{L_B}=2\Rightarrow L_A=2L_B$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۴۳ تا ۴۷)

---

4 – گزینهٔ «۴» *(نادر حسین‌پور)*

می‌دانیم در یک مدار الکتریکی، توان خروجی باتری با توان مصرفی در مقاومت معادل خارجی مدار برابر است. بنابراین، ابتدا در حالت اول، جریان مدار را می‌یابیم:

$$P_1=R_1I_1^2\xrightarrow{P_1=3W}3=3\times I_1^2=1\Rightarrow I_1=1A$$

باتوجه به این‌که با افزایش مقاومت رئوستا، نیروی محرکهٔ باتری ثابت می‌ماند، برای حالت دوم جریان الکتریکی را حساب می‌کنیم و به دنبال آن توان خروجی باتری را می‌یابیم:

$$\varepsilon_2=\varepsilon_1\xrightarrow{\varepsilon=(R+r)I}(R_2+r)I_2=(R_1+r)I_1\xrightarrow{R_2=8\Omega,\ r=2\Omega}$$

$$(8+2)\times I_2=(3+2)\times1\Rightarrow I_2=0/5A$$

$$P_2=R_2I_2^2=8\times(0/5)^2\Rightarrow P_2=2W$$

در آخر داریم:

$$\frac{P_2}{P_1}=\frac{2}{3}$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۰ تا ۵۵)

---

5 – گزینهٔ «۳» *(نادر حسین‌پور)*

با حرکت لغزندهٔ رئوستا از نقطهٔ A تا نقطهٔ B، طولی از مقاومت که در مدار قرار می‌گیرد، کاهش می‌یابد. در نتیجه، باعث کاهش مقاومت رئوستا می‌شود. با کاهش مقاومت رئوستا، مقاومت مدار کاهش می‌یابد. بنا به رابطهٔ $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$، جریان اصلی مدار که از آمپرسنج آرمانی عبور می‌کند، افزایش می‌یابد. یعنی آمپرسنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد. هم‌چنین، با افزایش جریان در شاخهٔ اصلی مدار، افت پتانسیل داخل باتری (rI) افزایش پیدا می‌کند. در نتیجه، بنا به رابطهٔ $V=\varepsilon-rI$، اختلاف پتانسیل دو سر باتری که ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهد، کاهش می‌یابد. یعنی ولت‌سنج عدد کمتری را نشان می‌دهد.

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه های ۴۶ تا ۵۳)

---

6 – گزینهٔ «۱» *(حسین عبدوی‌نژاد)*

جریان مدار قبل از تغییر دادن مقاومت متغیر برابر است با: $I_1=\frac{\varepsilon}{R_1+r}$

اگر مقاومت متغیر ۲۲ برابر شود، داریم:

$$I_2=\frac{\varepsilon}{R_2+r}\xrightarrow[R_2=22R_1]{I_2=\frac{1}{15}I_1}\frac{1}{15}I_1=\frac{\varepsilon}{22R_1+r}\Rightarrow\frac{1}{15}\times\frac{\varepsilon}{R_1+r}$$
$$=\frac{\varepsilon}{22R_1+r}\Rightarrow\frac{1}{15(R_1+r)}=\frac{1}{22R_1+r}\Rightarrow 22R_1+r=15R_1+15r$$
$$\Rightarrow 7R_1=14r\Rightarrow R_1=2r$$

برای حالتی‌که مقاومت متغیر صفر می‌شود، می‌توان نوشت:

$$I_3=\frac{\varepsilon}{R_3+r}\xrightarrow{R_3=0}I_3=\frac{\varepsilon}{0+r}\Rightarrow I_3=\frac{\varepsilon}{r}$$

در آخر داریم:

$$\frac{I_3}{I_1}=\frac{\frac{\varepsilon}{r}}{\frac{\varepsilon}{R_1+r}}\Rightarrow\frac{I_3}{I_1}=\frac{R_1+r}{r}\xrightarrow[I_1=I]{R_1=2r}\frac{I_3}{I}=\frac{2r+r}{r}=3$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه های ۴۶ تا ۵۳)

---

7 – گزینهٔ «۳» *(عباس موتاب)*

با استفاده از رابطهٔ $V=RI=\frac{R\varepsilon}{R+r}$ به‌صورت زیر، r مقاومت درونی مولد را می‌یابیم:

$$V=\frac{R\varepsilon}{R+r}\xrightarrow[R=3\Omega]{V=12V}12=\frac{3\varepsilon}{3+r}\Rightarrow\varepsilon=12+4r\quad(1)$$
$$V'=\frac{R'\varepsilon}{R'+r}\xrightarrow[R'=8\Omega]{V'=16V}16=\frac{8\varepsilon}{8+r}\Rightarrow\varepsilon=16+2r\quad(2)$$
$$\xrightarrow{(1),(2)}12+4r=16+2r\Rightarrow 2r=4\Rightarrow r=2\Omega$$
$$\xRightarrow{(1)}\varepsilon=12+8=20v$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۰ تا ۵۳)

---

8 – گزینهٔ «۱» *(غلامرضا مهبی)*

چون مدار داده شده تک‌حلقه است، جریان عبوری از مقاومت خارجی R و مقاومت داخلی r، یکسان است. بنابراین، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}V_R=RI\\V_r=rI\end{cases}\Rightarrow\frac{V_R}{V_r}=\frac{RI}{rI}\xrightarrow{V_R=9V_r}\frac{9V_r}{V_r}=\frac{R}{r}\Rightarrow r=\frac{R}{9}$$

اکنون با داشتن ε، I و r برحسب R، اندازهٔ مقاومت R را به‌صورت زیر می‌یابیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\xrightarrow[I=0/2A]{\varepsilon=6v,r=\frac{R}{9}}0/2=\frac{6}{R+\frac{R}{9}}\Rightarrow 0/2=\frac{6}{\frac{10R}{9}}$$
$$\Rightarrow 0/2=\frac{6\times 9}{10R}\Rightarrow 2R=6\times 9\Rightarrow R=27\Omega$$

در نهایت توان مصرفی در مقاومت R را می‌یابیم:

$$P=RI^2\xrightarrow[I=0/2A]{R=27\Omega}P=27\times 0/04=1/08W$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۰ تا ۵۵)

---

9 – گزینهٔ «۳» *(مهری شریفی)*

با استفاده از رابطهٔ توان مقاومت سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$P=RI^2\xrightarrow[I=4A]{P=100W}R=\frac{100}{16}=\frac{25}{4}\Omega$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ مقاومت حجم سیم را به‌دست می‌آوریم:

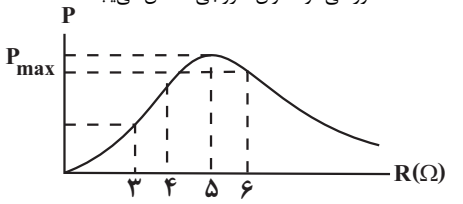
$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{V=AL}R=\rho\frac{V}{A^2}$$
$$\xrightarrow[A=\pi r^2,r=2mm=2\times10^{-3}m,\pi=3]{\rho=10^{-6}\Omega.m,R=\frac{25}{4}\Omega}$$
$$\frac{25}{4}=10^{-6}\times\frac{V}{3^2\times2^4\times10^{-12}}$$
$$\Rightarrow V=9\times10^{-4}m^3\xrightarrow[\rho'=8\frac{g}{cm^3}=8000\frac{kg}{m^3}]{m=\rho'V}$$
$$m=8000\times9\times10^{-4}=7/2kg$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۴۵ تا ۴۹ و ۵۳ تا ۵۵)

---

10 – گزینهٔ «۲» *(مریم شیخ‌ممو)*

می‌دانیم، وقتی مقاومت معادل مقاومت‌های خارجی مدار برابر مقاومت داخلی باتری باشد، توان خروجی باتری به بیشینه مقدار خود می‌رسد. بنابراین، چون $r=5\Omega$ است، با توجه به نمودار زیر که نشان‌دهندهٔ توان خروجی مولد برحسب مقاومت معادل مدار است، وقتی مقاومت R به طرف $r=5\Omega$ می‌رود، توان خروجی باتری افزایش و وقتی از $r=5\Omega$ دور می‌شود، توان خروجی کاهش می‌یابد.



آ) درست است. با توجه به شکل، توان خروجی باتری افزایش می‌یابد.

ب) درست است. با توجه به شکل، از 4Ω تا 5Ω توان خروجی باتری افزایش و از 5Ω به بعد، کاهش می‌یابد.

پ) نادرست است. با توجه به شکل، با افزایش مقاومت R از 5Ω تا 6Ω توان خروجی باتری کاهش می‌یابد.

ت) نادرست است. با توجه به شکل، از 6Ω تا 5Ω توان خروجی باتری افزایش و از 5Ω تا 4Ω، کاهش می‌یابد.

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۳ تا ۵۵)

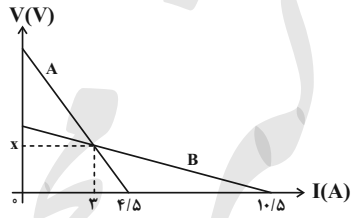
11- **گزینهٔ «3»** (سیدعلی میرنوری)

قاعدهٔ حلقه در مدارهای الکتریکی، بر اساس قانون پایستگی انرژی بیان شده است.

(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحهٔ 64)

12- **گزینهٔ «1»** (قسرو ارغوانی‌فرد)

نمودار $V-I$ برای یک مولد، یک خط با شیب منفی است. عرض از مبدأ این خط، نیروی محرکه مولد و اندازه شیب آن، مقاومت درونی مولد را نشان می‌دهد. پس:



$$\left.\begin{matrix} r_B=\dfrac{0-x}{10/5-3}=\dfrac{-x}{7/5} \\ r_A=\dfrac{0-x}{4/5-3}=\dfrac{-x}{1/5} \end{matrix}\right\}\Rightarrow \dfrac{r_A}{r_B}=\dfrac{\frac{-x}{1/5}}{\frac{-x}{7/5}}=5$$

(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 66)

13- **گزینهٔ «2»** (مصطفی کیانی)

افت پتانسیل درون مولد برابر $V=Ir$ است. بنابراین:

$$Ir=\frac{40}{100}\varepsilon \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R+r}} \frac{\varepsilon}{R+r}r=\frac{2}{5}\varepsilon$$

$$\Rightarrow r=\frac{2}{3}R \xrightarrow{R=3\Omega} r=2\Omega$$

(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 66)

14- **گزینهٔ «2»** (فرشید رسولی)

مدار تک‌حلقه است و ابتدا جریان و جهت آن‌را تعیین می‌کنیم:

$$\text{پادساعتگرد}\quad I=\frac{\sum\varepsilon-\sum\varepsilon'}{R_{eq}+\sum r}=\frac{80+50+20-30}{15+5+10+5+5}=3A$$

کافی است از نقطهٔ A در جهت جریان به نقطهٔ B برویم که چون B به زمین وصل است، پتانسیل الکتریکی آن صفر می‌باشد.

$$V_A-(10\times3)-30-(5\times3)=V_B$$

$$\xrightarrow{V_B=0} V_A=75V$$

(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 66)

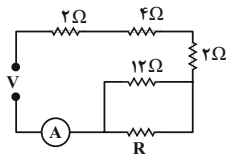
15- **گزینهٔ «3»** (عبدالرضا امینی‌نسب)

ابتدا کلید k را به نقطهٔ a وصل می‌کنیم و مدار را ساده می‌کنیم.

$$4+2=6\Omega$$

$$\frac{6\times12}{6+12}=4\Omega$$

$$2+4=6\Omega$$



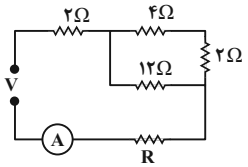
$$R_{eq}=6+R\Rightarrow I_1=\frac{V}{R_{eq}}=\frac{V}{R+6}$$

در حالت دوم که کلید k را به نقطهٔ b وصل کنیم. داریم:

$$2+4+2=8\Omega$$

$$R'_{eq}=8+\frac{12\times R}{12+R}$$

$$\Rightarrow I_2=\frac{V}{8+\frac{12R}{12+R}}$$



در گام آخر، هر دو جریان باید برابر باشند، داریم:

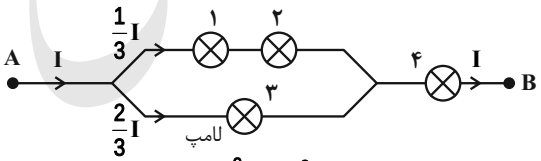
$$I_1=I_2\Rightarrow R+6=8+\frac{12R}{12+R}\Rightarrow R^2-2R-24=0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R=6\Omega \text{ ¡ì¡} \\ R=-4\Omega \text{ ¡¡¡ù} \end{cases}$$

(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 77)

16- **گزینهٔ «3»** (حسام نادری)

ابتدا باید لامپی را که آسیب‌پذیر است و توان مصرفی آن بیشتر از بقیه است، پیدا کنیم. مقاومت هر لامپ را R فرض کنیم. داریم:



$$P_1=P_2=RI_1^2=R\left(\frac{I}{3}\right)^2=\frac{RI^2}{9}$$

$$P_3=RI_2^2=R\left(\frac{2}{3}I\right)^2=\frac{4}{9}RI^2$$

$P_4=RI^2\rightarrow$ **ماکزیمم است.**

پس توان 90 وات را به لامپ 4 اختصاص می‌دهیم که آسیب‌پذیر است تا توانش بیشتر از $90W$ نشود و نسوزد. حال توان کل را حساب می‌کنیم:

$$RI^2=90W$$

$$P_{\text{®}}=P_1+P_2+P_3+P_4=\frac{15}{9}RI^2=\frac{15}{9}\times90=150W$$

(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 77)

17- **گزینهٔ «2»** (غلامرضا محبی)

هر سه مقاومت 20Ω، R و 10Ω با هم موازی‌اند و ولتاژ دو سر آن‌ها با ولتاژ دو سر باتری یکسان است:

$$V_{\text{موازی}} = \varepsilon - Ir \xrightarrow[I=2A,r=2\Omega]{\varepsilon=12V} V_{\text{موازی}} = 12-2\times2 = 8V$$

جریان عبوری از مقاومت 20Ω و 10Ω به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$I_{20\Omega} = \frac{V}{R} = \frac{8}{20} = 0/4A$$

$$I_{10\Omega} = \frac{V}{R} = \frac{8}{10} = 0/8A$$

$$\Rightarrow I_R = I_{\text{کل}} - (I_{20\Omega} + I_{10\Omega}) = 2-(0/4+0/8) = 0/8A$$

انرژی مصرفی در مقاومت R به کمک رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

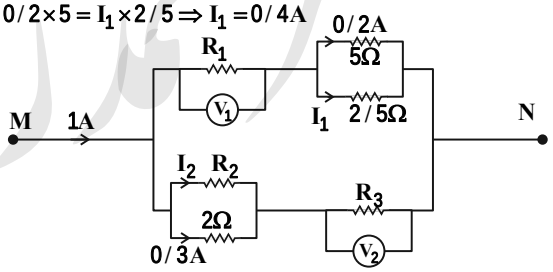
$$U = VIt \xrightarrow[t=60s]{V=8V,I=0/8A} U = 8\times0/8\times60 = 384J$$

(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 77)

18- **گزینهٔ «1»** (شارمان ویسی)

می‌دانیم جریان در گره‌ها تقسیم می‌شود و ولتاژ مقاومت‌های موازی با هم برابر هستند.

$$0/2\times5 = I_1\times2/5 \Rightarrow I_1 = 0/4A$$



یعنی جریان $0/6A$ از مقاومت R_1 عبور کرده و ولت‌سنج عدد $1/4V$ را نشان می‌دهد.

$$V_1 = IR_1 \Rightarrow 1/4 = 0/6R_1 \Rightarrow R_1 = \frac{7}{3}\Omega$$

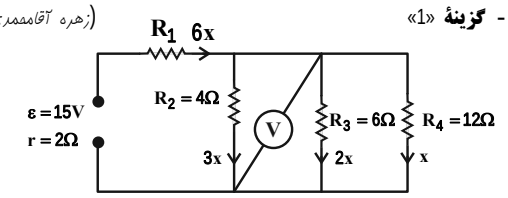
مقاومت معادل 5Ω و $2/5\Omega$ برابر با $R' = \frac{5\times2/5}{5+2/5} = \frac{5}{3}\Omega$ است، پس مقاومت شاخهٔ بالا برابر با $\frac{7}{3}+\frac{5}{3} = 4\Omega$ است. چون از جریان $1A$، به اندازهٔ $0/6A$ در شاخهٔ بالا رفته است، پس جریان در شاخهٔ پایین $1-0/6 = 0/4A$ خواهد شد.

پس جریان $I_2 = 0/1A$ و $0/1R_2 = 0/3\times2 \Rightarrow R_2 = 6\Omega$ می‌شود. مقاومت معادل 2 و 6 اهمی برابر با $R'' = \frac{6\times2}{6+2} = \frac{3}{2}\Omega$ و در مرحله آخر $V_3 = IR_3 \Rightarrow 1/8 = 0/4R_3 \Rightarrow R_3 = 4/5\Omega$ و مقاومت معادل شاخهٔ پایین $1/5+4/5 = 6\Omega$ و در نهایت بالا و پایین با هم موازی هستند.

$$R_{eq} = \frac{6\times4}{6+4} = \frac{12}{5}\Omega$$

(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 77)

19- **گزینهٔ «1»** (زهره آقامحمدی)



مقاومت‌های R_2، R_3 و R_4 موازی‌اند، پس اختلاف پتانسیل یکسانی دارند. در نتیجه اگر جریان عبوری از مقاومت R_4 را x بگیریم، جریان‌های عبوری از مقاومت‌های R_3، R_2 و R_1 به‌ترتیب $2x$ و $3x$ و $6x$ خواهد شد. از طرفی توان مصرفی مقاومت‌های R_1 و R_2 برابر است و خواهیم داشت:

$$P = RI^2 \xrightarrow{P_1=P_2} R_1(6x)^2 = 4\times(3x)^2 \Rightarrow R_1 = 1\Omega$$

با محاسبهٔ مقاومت معادل و جریان عبوری از باتری داریم:

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{4}+\frac{1}{6}+\frac{1}{12} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_{234} = 2\Omega$$

$$R_{eq} = 2+1 = 3\Omega \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{15}{3+2} = 3A$$

$$6x = I \Rightarrow x = 0/5A$$

ولت‌سنج آرمانی اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از مقاومت‌های R_2، R_3 و R_4 را نشان می‌دهد.

$$V_4 = R_4x = 12\times0/5 = 6V$$

(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 77)

20- **گزینهٔ «3»** (غلامرضا محبی)

توان خروجی بیشینهٔ مولد $P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ است و هنگامی‌که مقاومت رئوستا R_1 و R_2 باشد، $P = \frac{1}{2}P_{max}$ می‌شود. به کمک این اطلاعات خواهیم داشت:

$$P = \frac{1}{2}P_{max} \Rightarrow \frac{R\varepsilon^2}{(R+r)^2} = \frac{1}{2}\times\frac{\varepsilon^2}{4r}$$

$$\Rightarrow 8Rr = (R+r)^2 \Rightarrow R^2-6Rr+r^2 = 0$$

ریشه‌های این معادله را به‌دست می‌آوریم:

$$R = \frac{6r\pm\sqrt{32r^2}}{2} = (3\pm2\sqrt{2})r \rightarrow \begin{cases} R_1 = (3-2\sqrt{2})r \\ R_2 = (3+2\sqrt{2})r \end{cases}$$

نسبت اندازهٔ این دو مقاومت برابر است با:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{(3+2\sqrt{2})r}{(3-2\sqrt{2})r} \xrightarrow{\sqrt{2}=1/4} \frac{R_2}{R_1} = \frac{3+2/8}{3-2/8} = 29$$

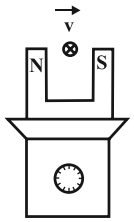
(فیزیک 2 - جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم: صفحه‌های 61 تا 77)

فیزیک ۲–مغناطیس: صفحه‌های ۸۳ تا ۱۰۸ | وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

1- یکای μ_0 (تراوایی مغناطیسی خلأ) در SI کدام است؟

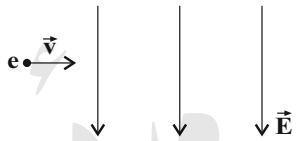
۱) $\frac{\text{تسلا}}{\text{آمپر} \times \text{متر}}$ ۲) $\frac{\text{آمپر}}{\text{تسلا} \times \text{متر}}$ ۳) $\frac{\text{آمپر} \times \text{تسلا}}{\text{متر}}$ ۴) $\frac{\text{تسلا} \times \text{متر}}{\text{آمپر}}$

2- مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار $400\mu C$ و تندی $2\times10^5 \frac{m}{s}$ عمود بر صفحهٔ کاغذ و به‌طرف داخل، بین قطب‌های آهنربایی نعلی شکل پرتاب می‌شود. اگر در هنگام عبور ذره از میدان مغناطیسی یکنواخت بین قطب‌های آهنربا که بزرگی آن $10G$ است عددی که ترازو نشان می‌دهد، ۲۰٪ تغییر کند، جرم آهنربا چند گرم می‌باشد؟ $(g=10\frac{N}{kg})$



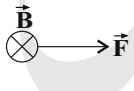
۱) ۴۰
۲) ۰/۰۰۸
۳) ۸
۴) ۰/۰۴

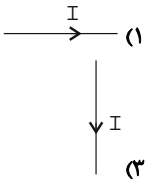
3- مطابق شکل زیر الکترونی وارد میدان الکتریکی یکنواختی می‌شود. برای آن‌که ذره بدون انحراف از این میدان الکتریکی بگذرد، جهت میدان مغناطیسی باید به کدام سمت باشد؟ (از جرم ذره صرف‌نظر شود.)

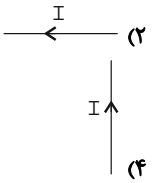


۱) موازی راستای $\vec{E}$ و در جهت آن
۲) عمود بر صفحه و به سمت داخل صفحه
۳) موازی راستای $\vec{E}$ و در خلاف جهت آن
۴) عمود بر صفحه و به سمت بیرون صفحه

4- در یک میدان مغناطیسی ثابت $\vec{B}$ که عمود بر صفحه‌ی کاغذ به طرف داخل است. سیم راست و حامل جریان I قرار دارد که از طرف میدان بر سیم نیروی F مطابق شکل اثر کرده است. در این صورت جهت جریان عبوری از سیم حامل جریان مطابق کدام گزینه است؟



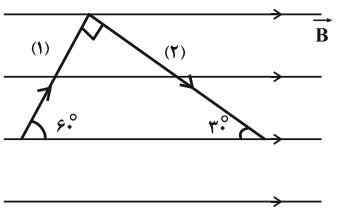
۱) 

۲) 

۳)

۴)

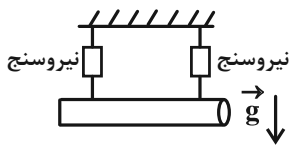
5- مطابق شکل زیر، سیم‌های (۱) و (۲) در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۵۰۰G قرار دارند و از آن‌ها جریان ۵A عبور می‌کند. اگر به سیم (۱) نیرویی مغناطیسی به بزرگی ۲۰N وارد شود، اندازهٔ برآیند نیروهای مغناطیسی وارد بر مجموع دو سیم چند نیوتون است؟



۱) ۲۰
۲) ۳۰
۳) ۴۰
۴) صفر

محل انجام محاسبات

6- مطابق شکل زیر، سیمی به طول ۰/۲m بدون جریان الکتریکی، در راستای شرقی- غربی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت و برون‌سو به بزرگی ۰/۲ تسلا در حال تعادل قرار گرفته است. در این حالت بزرگی نیرویی که هر یک از نیروسنج‌ها نشان می‌دهد، برابر با ۰/۳N است. جریان الکتریکی چند آمپری و به کدام سمت از این سیم در حال تعادل عبور دهیم تا اندازهٔ نیرویی که هر یک از نیروسنج‌ها نشان می‌دهند برابر ۰/۲N شود؟



۱) ۲/۵ ، به غرب

۲) ۲/۵ ، به شرق

۳) ۵ ، به غرب

۴) ۵ ، به شرق

7- از دو سیم راست و موازی بسیار بلند در شکل زیر جریان‌های مساوی می‌گذرد. اگر در نقطهٔ A میدان مغناطیسی برایند ناشی از جریان‌های عبوری از سیم‌های (۱) و (۲) درون‌سو باشد، جهت جریان سیم ... الزاماً ... است.

۱) (۱)- به سمت چپ

۲) (۲)- به سمت راست

۳) (۱)- به سمت راست

۴) (۲)- به سمت چپ

8- از سیمی به طول ℓ، پیچهٔ مسطحی به شعاع R می‌سازیم و با عبور جریان I از آن، بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه برابر با B_1 می‌شود. اگر با همین سیم، پیچه‌ای به شعاع $\frac{R}{3}$ بسازیم با عبور جریان $\frac{I}{3}$ از آن، بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه برابر با B_2 می‌شود. حاصل $\frac{B_2}{B_1}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{1}{9}$ ۴) ۹

9- سیملولهٔ بدون هسته‌ای با شعاع ۵۰mm و دارای N دور حلقه، از سیمی به شعاع ۲mm تشکیل شده است. اگر سیم‌ها بدون فاصله و در یک ردیف در کنار هم پیچیده شده و جریان عبوری از سیملوله ۴A باشد، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله و روی محور آن چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 12\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A})$

۱) ۱۲ ۲) ۹۶

۳) ۲۴ ۴) تعداد دورهای سیملوله باید مشخص باشد.

10- کدام‌یک از مواد زیر فقط در مجاورت میدان مغناطیسی خارجی خیلی قوی، خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند؟

۱) فرومغناطیسی نرم ۲) فرومغناطیسی سخت

۳) پارامغناطیسی ۴) هر سه ماده

محل انجام محاسبات

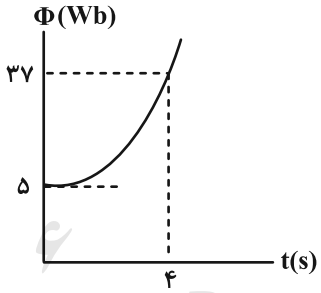
رشته ریاضی

فیزیک ۲: القای الکترومغناطیس و جریان متناوب: صفحه‌های ۱۰۹ تا ۱۳۰ | وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

11 - سیملوله‌ای با ۵۰۰ دور و مقاومت الکتریکی 5Ω و مساحت سطح مقطع $50cm^2$ عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. برای آن‌که جریانی به شدت ۱ میلی‌آمپر در سیملوله القا شود، میدان مغناطیسی با چه آهنگی برحسب $\frac{T}{s}$ باید تغییر کند؟

۱) ۲
۲) 2×10^{-3}
۳) 4×10^{-1}
۴) 4×10^{-4}

12 - نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه، به صورت سهمی زیر است. بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط در ثانیهٔ سوم چند ولت است؟



۱) ۶
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۱۲

13 - پیچهٔ مسطح رسانایی با ۶۰۰ دور سیم که مساحت هر حلقهٔ آن $500cm^2$ است، عمود بر محور y و در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=6\vec{i}-8\vec{j}$ در SI قرار دارد. اگر در مدت ۵ دقیقه، پیچه ۱۸۰ درجه بچرخد، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه چند ولت می‌شود؟

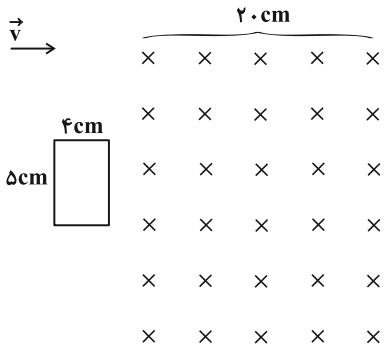
۱) ۰/۸
۲) ۱/۶
۳) ۲/۴
۴) ۳/۲

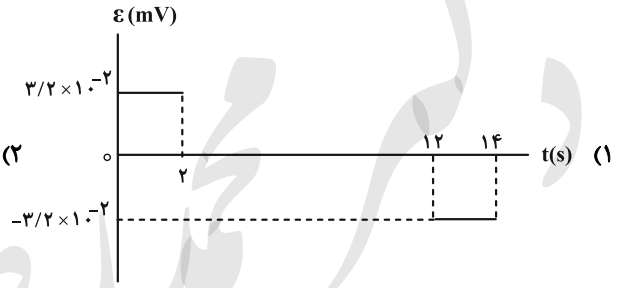
14 - قاب فلزی مربع شکلی به ضلع $10cm$ دارای مقاومت 2Ω است و سطح آن با خطوط میدان مغناطیسی زاویهٔ ۳۰ درجه می‌سازد. اگر اندازهٔ میدان مغناطیسی گذرنده از این حلقه از ۰/۰۶ تسلا به ۰/۰۳ تسلا در خلاف جهت اولیه برسد، در این مدت مقدار بار شارش شده در رسانا چند میکروکولن است؟

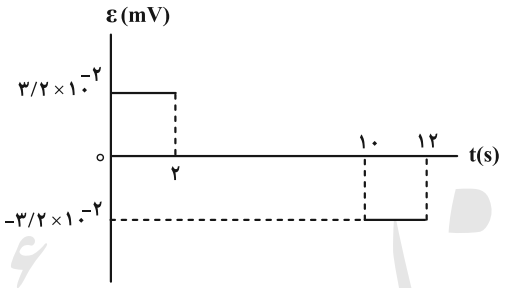
۱) ۲۲۵
۲) $225\sqrt{3}$
۳) ۷۵
۴) $75\sqrt{3}$

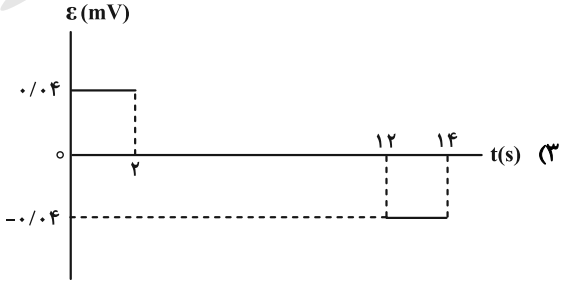
محل انجام محاسبات

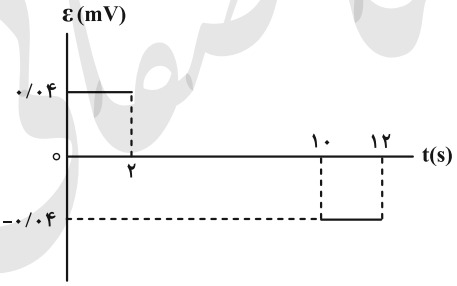
15- یک قاب مستطیل شکل مطابق شکل زیر با تندی ثابت $۲\frac{cm}{s}$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سو به بزرگی ۴۰۰ گاوس می‌شود. نمودار نیروی محرکهٔ القایی قاب برحسب زمان، از لحظهٔ ورود تا لحظهٔ خروج کامل آن مطابق کدام گزینه است؟



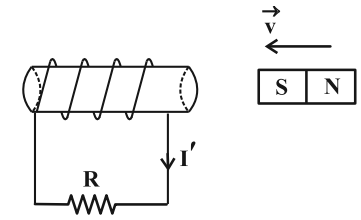
۱)


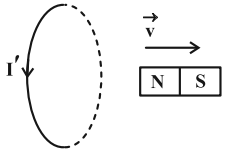
۲)


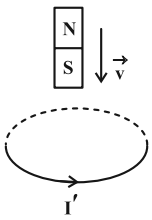
۳)


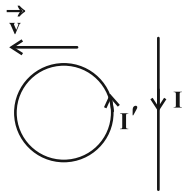
۴)


16- در چند مورد جهت جریان القایی I' در حلقه و سیملوله درست رسم شده است؟

(الف)


(ب)


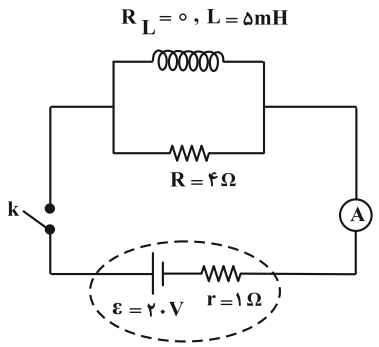
(پ)


(ت)


۱) ۱ مورد ۲) ۳ مورد ۳) ۲ مورد ۴) صفر

محل انجام محاسبات

17 - در مدار شکل زیر، در لحظهٔ وصل کلید عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد I_1 و پس از گذشت مدت زمان طولانی از وصل کلید، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد I_2 است. اگر انرژی ذخیره شده در القاگر در حالت اول U_1 و حالت دوم U_2 باشد، کدام گزینه صحیح است؟ (آمپرسنج آرمانی است.)



۱) $U_2 - U_1 = 1\,J \;,\; I_1 > I_2$

۲) $U_2 - U_1 = 2\,J \;,\; I_2 > I_1$

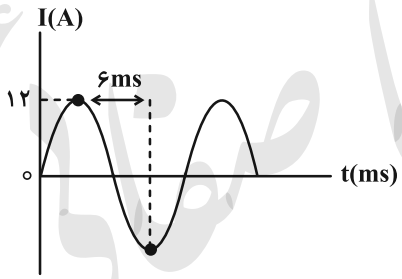
۳) $U_2 - U_1 = 1\,J \;,\; I_2 > I_1$

۴) $U_2 - U_1 = 2\,J \;,\; I_1 > I_2$

18 - از القاگری به طول $3\,cm$ و شعاع مقطع $4\,mm$ جریان ثابتی می‌گذرد. اگر میدان مغناطیسی روی محور القاگر $0/1\,T$ باشد، انرژی ذخیره شده در القاگر چند میلی‌ژول است؟ ($\mu_0 = 12\times10^{-7}\,\frac{T.m}{A}$ و $\pi \simeq 3$)

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

19 - شکل زیر، نمودار جریان متناوبی را نشان می‌دهد که از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد. در لحظهٔ $t = 3ms$، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی چند ولت است و در چه لحظه‌ای برحسب میلی‌ثانیه، مقدار جریان برای دومین بار در رسانا بیشینه می‌شود؟



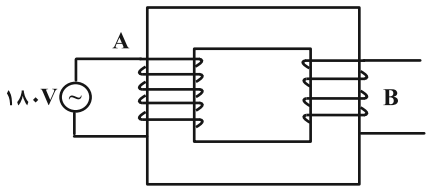
۱) ۶ ، ۳۰

۲) ۹ ، ۳۰

۳) ۳ ، ۶۰

۴) ۹ ، ۶۰

20 - دو سیملولهٔ آرمانی A و B با سطح مقطع یکسان در دو طرف هستهٔ یک مبدل پیچیده شده‌اند. ضریب القاوری سیملولهٔ A، ۹۰ درصد ضریب القاوری سیملولهٔ B و طول سیملولهٔ B، $\frac{2}{5}$ طول سیملولهٔ A است. ولتاژ تولید شده در سیملولهٔ B چند ولت است؟



۱) ۲۷۰

۲) ۱۵۰

۳) ۱۲۰

۴) ۸۰

محل انجام محاسبات

فیزیک ۲

1- گزینهٔ «۴» *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

طبق رابطهٔ $B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$ که مربوط به بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت داخل یک سیملولهٔ آرمانی بر روی محور آن می‌باشد، داریم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I \Rightarrow \mu_0 = \frac{B.\ell}{NI}$$

بنابراین واحد μ_0 در SI برابر است با:

$$[\mu_0] = \frac{\text{متر} \times \text{تسلا}}{\text{آمپر}}$$

(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحهٔ ۹۸)

2- گزینهٔ «۱» *(خسرو ارغوانی‌فرد)*

اندازهٔ نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی آهنربا بر ذرهٔ متحرک وارد می‌شود، برابر است با:

$$F = |q| vB\sin\theta = ۴۰۰\times۱۰^{-۶}\times۲\times۱۰^{۵}\times۱۰\times۱۰^{-۴}\times۱$$

$$\Rightarrow F = ۰/۰۸N$$

چون جهت حرکت ذره درون‌سو و بار ذره مثبت است، طبق قاعدهٔ دست راست، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر آن از طرف آهنربا به سمت پایین خواهد بود و در نتیجه طبق قانون سوم نیوتون، جهت نیروی وارد بر آهنربا از طرف ذره به سمت بالا خواهد بود و در نتیجه ترازو عدد کوچکتری را نشان خواهد داد. با توجه به این که طبق صورت سؤال، عددی که ترازو نشان می‌دهد، ۲۰٪ تغییر می‌کند، می‌توان نوشت:

$$\left(\frac{F'_N}{F_N} - ۱\right) = -\frac{۲۰}{۱۰۰} \Rightarrow \frac{F'_N}{F_N} = \frac{۸}{۱۰} \Rightarrow \frac{W-F}{W} = \frac{۸}{۱۰} \Rightarrow \frac{F}{W} = \frac{۲}{۱۰}$$

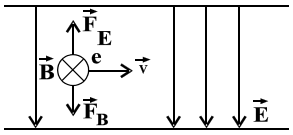
$$\Rightarrow \frac{۸\times۱۰^{-۲}}{W} = \frac{۲}{۱۰} \Rightarrow W = ۰/۴N \Rightarrow mg = ۰/۴$$

$$\Rightarrow m = ۴\times۱۰^{-۲}kg = ۴۰g$$

(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحه‌های ۸۹ و ۹۰)

3- گزینهٔ «۲» *(محمود منصوری)*

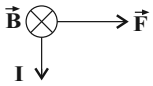
با وارد شدن ذره به میدان الکتریکی، یک نیروی الکتریکی $\vec{F}_E$ ذره را به سمت بالا منحرف می‌کند، اما چون‌که ذره باید بدون انحراف خارج شود، باید یک نیروی مغناطیسی $\vec{F}_B$ به پایین داشته باشیم. حال با استفاده از قاعدهٔ دست راست (و با درنظرگرفتن منفی‌بودن بار ذره) و با توجه به جهت حرکت $\vec{v}$ و نیروی مغناطیسی $\vec{F}_B$، جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ عمود بر صفحه و به سمت داخل صفحه (درون‌سو) خواهد بود.



(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحه‌های ۸۹ و ۹۰)

4- گزینهٔ «۳» *(غلامرضا محبی)*

با توجه به قانون دست راست، گزینهٔ «۳» جواب صحیح خواهد بود.



(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحه‌های ۸۹ و ۹۰)

5- گزینهٔ «۴» *(حسین مفرومی)*

درون‌سو $F_1 = I\ell_1 B\sin۶۰^\circ = I(\ell_1\sin۶۰^\circ)B = I\ell_\perp B = ۲۰N$

برون‌سو $F_2 = I\ell_2 B\sin۳۰^\circ = I(\ell_2\sin۳۰^\circ)B = I\ell_\perp B = F_1 = ۲۰N$

$$\Rightarrow \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = ۲۰ - ۲۰ = ۰$$

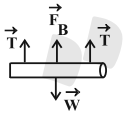
(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحه‌های ۹۱ تا ۹۳)

6- **گزینهٔ «۳»** *(مصطفی کیانی)*

قبل از عبور جریان الکتریکی، مجموع نیروی نیروسنج‌ها با وزن سیم برابر است:

$$W = ۲T \xrightarrow{T=۰/۳N} W = ۰/۶N$$

بعد از عبور جریان، نیروی مغناطیسی به سیم وارد می‌شود. چون نیروی نیروسنج‌ها کاهش یافته است، نیروی مغناطیسی رو به بالاست.



$$W = ۲T + F_B \Rightarrow ۰/۶ = ۲(۰/۲) + F_B \Rightarrow F_B = ۰/۲N$$

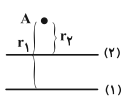
$$F_B = BI\ell\sin\theta \Rightarrow ۰/۲ = ۰/۲ \times I \times ۰/۲ \times ۱ \Rightarrow I = ۵A$$

با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت جریان به سمت غرب خواهد بود.

(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحه‌های ۹۱ تا ۹۳)

7- **گزینهٔ «۴»** *(غلامرضا محبی)*

با توجه به این‌که جریان دو سیم مساوی است، میدان در نقطهٔ A الزاماً با میدان ناشی از جریان سیم (۲) که به نقطهٔ A نزدیک‌تر است، هم‌جهت است:



$$r_2 < r_1 \Rightarrow B_2 > B_1 \Rightarrow \underset{\text{کل}}{\overset{\otimes}{B}} \text{(درون‌سو)} \Rightarrow \overset{\otimes}{B_2} \text{(درون‌سو)}$$

$$\Rightarrow I_2 \text{ (به سمت چپ)}$$

(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحه‌های ۹۴ تا ۹۶)

8- **گزینهٔ «۲»** *(محمدعلی راست‌پیمان)*

با استفاده از رابطهٔ بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز یک پیچهٔ مسطح، داریم:

$$B = \frac{\mu_۰ NI}{۲r} \xrightarrow{N=\frac{\ell}{۲\pi r}}$$

$$B = \frac{\mu_۰\left(\frac{\ell}{۲\pi r}\right)I}{۲r} = \frac{\mu_۰\ell I}{۴\pi r^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{B_۲}{B_۱} = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲\left(\frac{I_۲}{I_۱}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{B_۲}{B_۱} = \left(\frac{R}{\frac{R}{۳}}\right)^۲\left(\frac{\frac{I}{۳}}{I}\right) \Rightarrow \frac{B_۲}{B_۱} = (۳)^۲ \times \frac{۱}{۳} \Rightarrow \frac{B_۲}{B_۱} = ۳$$

(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحه‌های ۹۷ تا ۹۹)

9- **گزینهٔ «۱»** *(حسین ناصحی)*

وقتی حلقه‌های سیملوله در یک ردیف به‌هم چسبیده باشند، طول سیملوله برابر است با:

$\ell = Nd$ (d: قطر سیم سازنده سیملوله)

$$B = \frac{\mu_۰ NI}{\ell} \xrightarrow{\ell=Nd} B = \frac{\mu_۰ I}{d} = \frac{۱۲\times۱۰^{-۷}\times۴}{۴\times۱۰^{-۳}}$$

$$B = ۱۲\times۱۰^{-۴}T = ۱۲G$$

(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحه‌های ۹۹ تا ۱۰۱)

10- **گزینهٔ «۳»** *(مصطفی کیانی)*

مواد فرومغناطیسی نرم و سخت در میدان‌های مغناطیسی، خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند. اما مواد پارامغناطیسی در حضور میدان‌های مغناطیسی بسیار بزرگ می‌توانند خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا کنند.

(فیزیک ۲ – مغناطیس: صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۳)

11- **گزینهٔ «۲»** (شیلا شیرزادی)

چون سیملوله بر میدان عمود است، پس نیم‌خط عمود بر آن موازی میدان است یعنی:

$$\theta = ۰ \Rightarrow \cos\theta = ۱$$

طبق فرمول جریان القایی داریم:

$$I = \frac{N\Delta\Phi}{R\Delta t} = \frac{NA\cos\theta\Delta B}{R\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{IR}{NA\cos\theta}$$

$$\xrightarrow[N=۵۰۰\ ,\ \cos\theta=۱\ ,\ A=۵۰cm^۲=۵\times۱۰^{-۳}m^۲]{I=۱mA=۱۰^{-۳}A\ ,\ R=۵\Omega} \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{۱۰^{-۳}\times۵}{۵۰۰\times۵\times۱۰^{-۳}}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{۱}{۵۰۰} = ۲\times۱۰^{-۳}\frac{T}{s}$$

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۱۰ تا ۱۱۳)

12- **گزینهٔ «۳»** (محمد نهاوندی‌مقدم)

ابتدا معادلهٔ سهمی $\Phi - t$ را به دست می‌آوریم:

$$\Phi_{(t)} = at^۲ + bt + c$$

$$\Phi_{(۰)} = c = ۵$$

چون رأس سهمی در $t = ۰$ است، $b = ۰$ می‌باشد.

$$\Phi_{(۴)} = a(۴)^۲ + ۵ = ۳۷ \Rightarrow a = ۲$$

$$\Rightarrow \Phi_{(t)} = ۲t^۲ + ۵$$

حال با استفاده از رابطهٔ نیروی محرکهٔ القایی فارادی، مقدار نیروی محرکهٔ القایی متوسط را در بازهٔ زمانی $(۲s\ ,\ ۳s)$ محاسبه می‌نماییم:

$$\varepsilon = \left|-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow \varepsilon = \left|-\frac{(۲\times۳^۲+۵)-(۲\times۲^۲+۵)}{۳-۲}\right| = ۱۰V$$

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۱۶)

13- **گزینهٔ «۲»** (محمدجواد سورچی)

ابتدا شار گذرنده از پیچه در هر حالت را به دست می‌آوریم:

$$\Phi = AB\cos\theta \xrightarrow[B\cos\theta=B_y]{\text{عمود بر محور } y} \Phi = AB_y$$

$$\begin{cases} \Phi_۱ = ۵۰۰\times۱۰^{-۴}\times(-۸) = -۰/۴Wb \\ \Phi_۲ = -\Phi_۱ = ۰/۴Wb \end{cases}$$

حال طبق قانون القای فارادی، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط را به دست می‌آوریم:

$$|\bar{\varepsilon}| = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \xrightarrow[\Delta\Phi=\Phi_۲-\Phi_۱]{N=۶۰۰\ ,\ \Delta t=۵min=۳۰۰s}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = -۶۰۰\times\frac{(۰/۴-(-۰/۴))}{۳۰۰} = ۱/۶V$$

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۱۶)

14- **گزینهٔ «۱»** (علیرضا جباری)

مساحت قاب فلزی را به دست می‌آوریم:

$$A = ۱۰\times۱۰ = ۱۰۰cm^۲ = ۱۰^{-۲}m^۲$$

نکته: اگر زاویهٔ بین سطح قاب و خطوط میدان مغناطیسی داده شود، زاویهٔ θ متمم آن است. در اینجا چون سطح قاب با خطوط میدان زاویهٔ ۳۰ درجه می‌سازد پس $\theta = ۶۰^\circ$ است. اکنون رابطهٔ بار الکتریکی شارش شده از رسانا را با قانون القای فاراده ترکیب می‌کنیم. توجه کنید که بازهٔ زمانی تغییر شار، در اینجا بی‌تاثیر است.

$$\left.\begin{array}{l} \Delta q = I\Delta t \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R}} \Delta q = \frac{\varepsilon}{R}\Delta t \\ \varepsilon = -NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t} \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta q = -\frac{NA\cos\theta}{R}\times\Delta B$$

$$\xrightarrow[\Delta B=B_2-B_1=-0/03-0/06=-0/09\,T]{N=1\ ,\ A=10^{-2}m^2\ ,\ \theta=60^\circ\ ,\ R=2\Omega}$$

$$\Delta q=\frac{-1\times10^{-2}\times\cos60^\circ}{2}\times\left(-\frac{9}{100}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta q=\frac{10^{-2}}{4}\times\frac{9}{10^2}=\frac{9}{4}\times10^{-4}C=\frac{900}{4}\mu C=225\mu C$$

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۱۶)

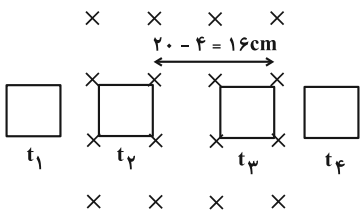
15- **گزینهٔ «۴»** (امیرحسین برادران)

ابتدا نیروی محرکهٔ القایی قاب را در بازهٔ زمانی وارد شدن و خارج شدن قاب از میدان به دست می‌آوریم.

$$|\varepsilon|=B\ell v \xrightarrow[\ell=5\,cm=5\times10^{-2}m]{B=400G=4\times10^{-2}T\ ,\ v=2\frac{cm}{s}=2\times10^{-2}\frac{m}{s}}$$

$$|\varepsilon|=4\times10^{-5}V=4\times10^{-2}mV$$

در بازهٔ زمانی که تمام قاب در میدان است، چون شار عبوری از قاب ثابت است، بنابراین نیروی محرکهٔ القایی برابر صفر است. اکنون زمان ورود تمام قاب به میدان و لحظهٔ آغاز خروج قاب از میدان را به دست می‌آوریم:



$$t_1=0 \qquad t_2=\frac{4}{2}=2s$$

$$t_3=2+\frac{16}{2}=10s \qquad t_4=10+\frac{4}{2}=12s$$

از لحظهٔ t_1 تا t_2 حلقه در حال وارد شدن به میدان است، بنابراین نیروی محرکه $|\varepsilon|=0/04mV$ در آن القا می‌شود. از t_2 تا t_3 شار ثابت است و نیروی محرکه القا نمی‌شود. از لحظهٔ t_3 تا t_4 هم نیروی محرکه قرینه ε القا می‌شود.

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۱۶)

16- **گزینهٔ «۱»** (سیرمحمدرضا روحانی)

در شکل (الف) آهنربا در حال نزدیک شدن به سیملوله است. طبق قانون لنز باید سیملوله با نزدیک شدن آهنربا مخالفت کند لذا سمت راست سیملوله قطب S و سمت چپ قطب N قرار می‌گیرد. به این ترتیب با توجه به قانون دست راست، جهت جریان در سیملوله رو به بالا خواهد بود و در نهایت جهت جریان از مقاومت R به سمت چپ است و در شکل (ب)، (پ) و (ت) جهت جریان I' باید عکس شود.

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۱۷ و ۱۱۸)

17- **گزینهٔ «۳»** (امیرحسین برادران)

در لحظهٔ اول که کلید وصل می‌شود به دلیل پدیدهٔ خودالقایی، القاگر مانند یک مقاومت بسیار بزرگ است و تمام جریان از مقاومت R عبور می‌کند. پس از ثابت شدن جریان، القاگر مانند یک سیم بدون مقاومت است و دو سر مقاومت R اتصال کوتاه شده، بنابراین جریان عبوری از مولد افزایش می‌یابد. در این حالت جریان عبوری از مولد از سیملوله عبور می‌کند و مقدار آن برابر است با:

$$I=\frac{\varepsilon}{r}\xrightarrow[r=1\Omega]{\varepsilon=20V} I=20A \xrightarrow[L=5mH=5\times10^{-3}H]{U=\frac{1}{2}LI^2}$$

$$U_2=\frac{1}{2}\times5\times10^{-3}\times20^2=1J \xrightarrow{U_1=0} U_2-U_1=1J$$

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۱۸ تا ۱۲۲)

18- **گزینهٔ «۲»** (دانیال راستی)

عبور جریان I از القاگر، باعث ایجاد میدان مغناطیسی B روی محور آن می‌شود که از رابطهٔ مقابل به دست می‌آید:

$$B=\frac{\mu_0 IN}{\ell}$$

بنابراین با داشتن میدان مغناطیسی، جریان عبوری قابل محاسبه است:

$$I=\frac{B\ell}{\mu_0 N} \quad (1)$$

انرژی ذخیره شده در القاگر برابر است با:

$$U=\frac{1}{2}LI^2 \xrightarrow{L=\frac{\mu_0 AN^2}{\ell}} U=\frac{1}{2}\frac{\mu_0 AN^2}{\ell}I^2$$

$$\xrightarrow{(1)} U=\frac{1}{2}\frac{\mu_0 AN^2}{\ell}\left(\frac{B\ell}{\mu_0 N}\right)^2=\frac{B^2\ell A}{2\mu_0}$$

$$\xrightarrow[A=\pi r^2\ ,\ r=4mm=4\times10^{-3}m\ ,\ \pi=3]{B=0/1T\ ,\ \ell=3cm=0/03m}$$

$$U=\frac{(0/1)^2(3\times10^{-2})(3)\times(4\times10^{-3})^2}{2\times12\times10^{-7}}=6\times10^{-3}J=6mJ$$

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۱۹ تا ۱۲۲)

19- **گزینهٔ «۴»** (سیدمحمدرضا روحانی)

$$\frac{2T}{4}=\frac{T}{2}=6ms\Rightarrow T=12ms$$

$$I=I_{max}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)\Rightarrow I=12\sin\left(\frac{2\pi}{0/012}\times0/003\right)$$

$$\Rightarrow I=12\times\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)\Rightarrow I=12A$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R}\Rightarrow12=\frac{\varepsilon}{5}\Rightarrow\varepsilon=60V$$

جریان در لحظهٔ $t=\frac{3T}{4}=\frac{3\times12}{4}=9ms$ برای دومین بار به مقدار بیشینهٔ خود می‌رسد.

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۲۲ تا ۱۲۵)

20- **گزینهٔ «۳»** (علیرضا جباری)

رابطهٔ بین تعداد حلقه‌های دو سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$L_A=0/9L_B\Rightarrow\frac{\mu_0 N_A^2 A}{\ell_A}=\frac{9}{10}\times\frac{\mu_0 N_B^2 A}{\ell_B}$$

$$\xrightarrow{\ell_B=\frac{2}{5}\ell_A}\frac{N_A^2}{\ell_A}=\frac{9}{10}\times\frac{N_B^2}{\frac{2}{5}\ell_A}$$

$$\Rightarrow\frac{N_A^2}{1}=\frac{9}{4}N_B^2\Rightarrow N_A=\frac{3}{2}N_B$$

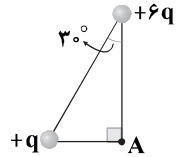
از طرفی در یک مبدل داریم:

$$\frac{N_A}{N_B}=\frac{V_A}{V_B}\xrightarrow{N_A=\frac{3}{2}N_B}\frac{3}{2}=\frac{V_A}{V_B}$$

$$\xrightarrow{V_A=180V}\frac{3}{2}=\frac{180}{V_B}\Rightarrow V_B=120V$$

(فیزیک ۲- صفحه‌های ۱۲۶ و ۱۲۷)

1- در شکل زیر اندازهٔ میدان الکتریکی بار $q+$ در رأس A برابر E است. اندازهٔ برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار در نقطهٔ A چند برابر E است؟ $(q>0)$

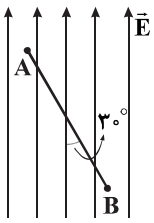


۱) $\sqrt{۲}$
۲) $\sqrt{۷}$
۳) $\sqrt{۵}$
۴) $\sqrt{۱۰}$

2- دو بار الکتریکی نقطه‌ای همنام و هم‌اندازه، در فاصلهٔ مشخصی از یک‌دیگر قرار دارند. چند درصد از بار یکی را برداشته و به دیگری بدهیم تا در همان فاصلهٔ قبلی، اندازهٔ نیروی بین دو بار $\frac{۹}{۲۵}$ برابر حالت اول شود؟

۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۶۰
۴) ۸۰

3- مطابق شکل زیر، بار الکتریکی $q=+۱۲\mu C$ در میدان الکتریکی یکنواختی $\vec{E}$ به بزرگی $۲\times۱۰^{۳}\frac{N}{C}$ از نقطهٔ B تا نقطهٔ A جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی چند میکروژول تغییر می‌کند؟ $(AB=۳cm)$



۱) -۳۶۰
۲) $+۳۶۰$
۳) $-۳۶۰\sqrt{۳}$
۴) $+۳۶۰\sqrt{۳}$

4- در یک خازن تخت، مساحت هر صفحهٔ آن $۲۰۰cm^{۲}$ و فاصلهٔ بین دو صفحهٔ آن $۰/۴cm$ است و عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۴ بین دو صفحه قرار دارد. اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل الکتریکی $۱kV$ وصل کنیم، بار ذخیره‌شده روی صفحه‌های خازن چند میکروکولن می‌شود؟ $(\varepsilon_{۰}=۹\times۱۰^{-۱۲}\frac{C^{۲}}{N.m^{۲}})$

۱) ۱/۸
۲) ۰/۷۲
۳) ۷/۲
۴) ۰/۱۸

5- انرژی ذخیره‌شده در خازن تختی به ظرفیت $۱۲nF$ برابر با $۲۴۰\mu J$ است. اگر فاصلهٔ بین صفحه‌های این خازن برابر با $۲mm$ باشد و ذرهٔ باردار $q=+۴\mu C$ در بین صفحه‌های این خازن رها شود، اندازهٔ نیروی وارد از طرف میدان الکتریکی خازن بر ذرهٔ باردار چند نیوتون است؟

۱) ۰/۴
۲) ۰/۸
۳) ۰/۲
۴) ۰/۱

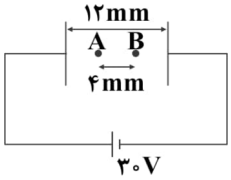
6- مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_{۱}=+۹\mu C$، $q_{۲}$ و $q_{۳}=+۴\mu C$ روی یک خط راست قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_{۲}$ از طرف دو بار دیگر برابر با صفر باشد، نسبت فاصلهٔ بین بار $q_{۳}$ تا بار $q_{۲}$ به فاصلهٔ بین بار $q_{۲}$ تا بار $q_{۱}$ برابر با کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۴}$

7- در یک میدان الکتریکی یکنواخت بر بار الکتریکی $q=۵\sqrt{۵}\mu C$ نیروی الکتریکی $\vec{F}=۲۰\vec{i}-۴۰\vec{j}$ در SI اثر می‌کند. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه در فاصلهٔ $۱۰cm$ از یک‌دیگر در راستای خطوط میدان چند کیلوولت است؟

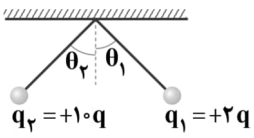
۱) ۲۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۴۰
۴) ۲۰

8- مطابق شکل زیر، اگر ذرهٔ باردار $q=+۱۰\mu C$ در نقطهٔ A بین دو صفحهٔ رسانای موازی رها شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن در حرکت تا نقطهٔ B چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟



۱) $۱/۵\times۱۰^{-۴}$ ـ افزایش
۲) $۱۰^{-۴}$ ـ افزایش
۳) $۱/۵\times۱۰^{-۴}$ ـ کاهش
۴) $۱۰^{-۴}$ ـ کاهش

9- در شکل زیر، دو گلولهٔ باردار با جرم‌های مساوی به کمک نخ‌های عایقی از یک نقطه آویزان شده‌اند و در حالت تعادل قرار دارند. اگر $q_{۱}=+۲q$ و $q_{۲}=+۱۰q$ باشد، بین $\theta_{۱}$ و $\theta_{۲}$ چه رابطه‌ای برقرار است؟ (از جرم نخ‌ها صرف‌نظر کنید.)

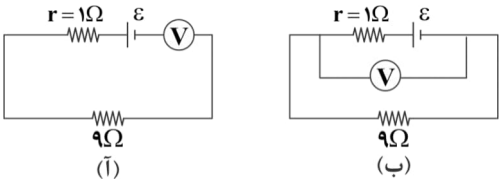


۱) $\theta_{۱}<\theta_{۲}$
۲) $\theta_{۱}>\theta_{۲}$
۳) $\theta_{۱}=\theta_{۲}$
۴) نمی‌توان اظهارنظر قطعی کرد.

10- چگالی سطحی بار دو کرهٔ رسانا به شعاع‌های $R_{۱}$ و $R_{۲}=۳R_{۱}$ با هم برابر است. تقریباً چند درصد از بار کرهٔ بزرگ‌تر را به کرهٔ کوچک‌تر منتقل کنیم تا چگالی سطحی بار کرهٔ کوچک‌تر، ۹ برابر چگالی سطحی بار کرهٔ بزرگ‌تر شود؟

۱) ۴۴
۲) ۶۶
۳) ۵۰
۴) ۲۵

11 - در مدار شکل (آ)، ولت‌سنج آرمانی عدد ۱۰ ولت را نشان می‌دهد. در مدار شکل (ب) ولت‌سنج آرمانی چه عددی را برحسب ولت نشان می‌دهد؟

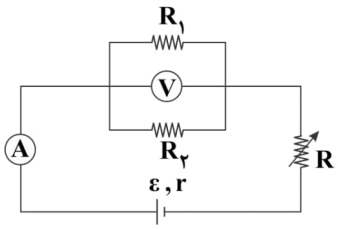


۱) ۹
۲) ۸
۳) ۴/۵
۴) ۴

12 - یک باتری با نیروی محرکهٔ ۱۲V و مقاومت درونی ۲Ω را به مقاومت R وصل می‌کنیم. در این حالت توان مصرفی مقاومت R برابر با ۱۶ وات می‌شود. مقاومت R چند اهم می‌تواند باشد؟

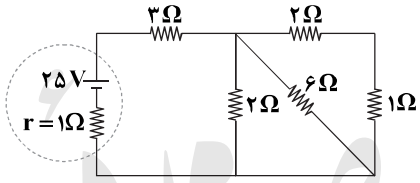
۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

13 - در مدار شکل مقابل، با افزایش مقاومت رئوستا به ترتیب از راست به چپ، چه تغییری در اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، به وجود می‌آید؟ (ولت‌سنج و آمپرسنج را آرمانی در نظر بگیرید.)



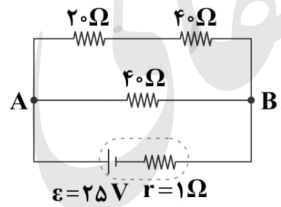
۱) کاهش ـ افزایش
۲) افزایش ـ کاهش
۳) افزایش ـ افزایش
۴) کاهش ـ کاهش

14 - در مدار شکل زیر، ظرفیت باتری به کار رفته در مدار ۱۰۰Ah است. مدار چند ساعت می‌تواند کار کند؟



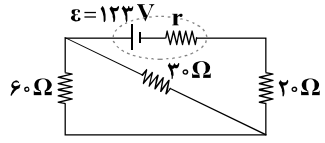
۱) ۲
۲) ۲۰
۳) ۵
۴) ۵۰

15 - در مدار شکل زیر، انرژی پتانسیل الکتریکی بار منتقل‌شده از نقطهٔ A تا نقطهٔ B در مقاومت ۴۰Ω، در مدت‌زمان ۱۰ ثانیه چند ژول تغییر می‌کند؟



۱) ۷۲
۲) ۹۶
۳) ۱۴۴
۴) ۴۸

16 - در مدار شکل زیر، اگر توان مصرفی در مقاومت ۶۰Ω برابر با ۶۰W باشد، توان خروجی باتری چند وات است؟

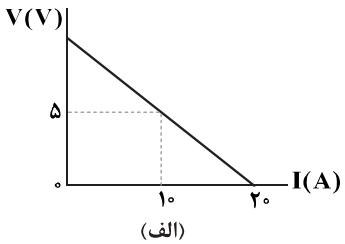


۱) ۱۸۰
۲) ۶۰
۳) ۲۷۰
۴) ۳۶۰

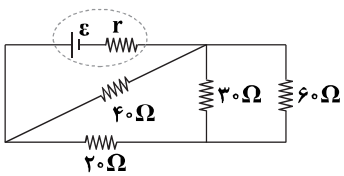
17 - اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو سر یک رسانای اهمی برابر با ۱۰۰ ولت است. اگر در مدت‌زمان ۳/۲ ثانیه، 10^{20} الکترون به طور خالص از یک سطح مقطع مشخص این رسانا عبور کنند، مقاومت الکتریکی این رسانا چند اهم است؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} C)$

۱) ۲ ۲) ۲۰ ۳) ۱ ۴) ۱۰

18 - نمودار I ـ V برای یک باتری مطابق شکل (الف) است. اگر این باتری به مداری مطابق شکل (ب) وصل شود، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر این باتری تقریباً چند ولت خواهد شد؟



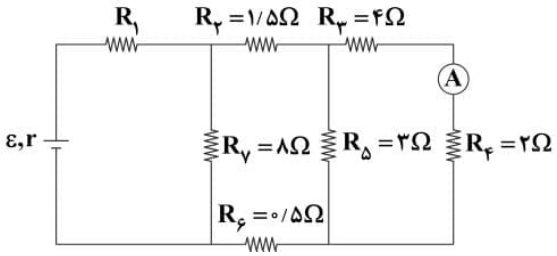
(الف)



(ب)

۱) ۸/۷۵
۲) ۹/۲۵
۳) ۹/۷۵
۴) ۸/۲۵

19 - در مدار زیر، آمپرسنج آرمانی ۲A را نشان می‌دهد. اگر توان مصرفی در مقاومت‌های R_1 و R_2 برابر باشد، مقاومت R_1 چند اهم است؟

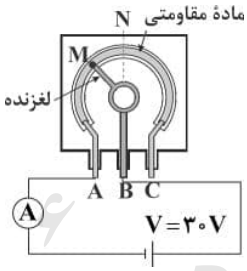


۱) $\frac{۴}{۹}$
۲) $\frac{۸}{۹}$
۳) $\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{۸}{۳}$

20 - معادلهٔ بار عبوری برحسب زمان از یک سطح مقطع رسانای فلزی در SI به صورت $q = t^2 + 4t$ است. جریان الکتریکی متوسط عبوری از این رسانا در دو ثانیهٔ دوم چند آمپر است؟

۱) ۲۲ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

21 - در شکل زیر، مقاومت الکتریکی کل پتانسیومتر برابر ۳۰۰Ω است. اگر طول کمان MN برابر $\frac{۱}{۶}$ طول کل مادهٔ مقاومتی باشد، با حرکت لغزنده از نقطهٔ M تا نقطهٔ N، جریان عبوری از آمپرسنج چند آمپر و چگونه تغییر می‌کند؟ (نقطهٔ N وسط مادهٔ مقاومتی است.)



۱) ۰/۳ ـ کاهش
۲) ۰/۱ ـ کاهش
۳) ۰/۱ ـ افزایش
۴) ۰/۳ ـ افزایش

22 - چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) قطب N یک عقربهٔ مغناطیسی توسط قطب جنوب جغرافیایی زمین جذب می‌شود.
ب) زاویه‌ای را که محور چرخش زمین و محور مغناطیسی زمین با هم می‌سازند، شیب مغناطیسی می‌نامند.
ج) نیروی وارد بر یک الکترون متحرک در یک میدان مغناطیسی در جهت میدان و عمود بر مسیر حرکت آن است.
د) میدان مغناطیسی باعث تغییر تندی حرکت ذرهٔ باردار هنگام عبور از میدان می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

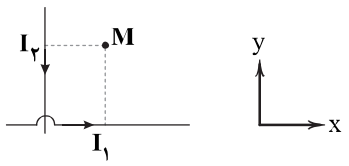
23 - میلهٔ فلزی مستقیمی را از یک سر آویخته‌ایم به‌طوری که بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. برای این‌که در اثر حرکت میله در میدان مغناطیسی زمین، انتهای پایینی میله نسبت به انتهای بالایی آن پتانسیل الکتریکی بیشتری پیدا کند، باید میله را به کدام سمت حرکت دهیم؟

۱) شمال ۲) جنوب ۳) شرق ۴) غرب

24 - ذرهٔ باردار $q = ۲e$ با سرعت $\vec{v} = ۲\times۱۰^۵(\frac{m}{s})\vec{i} + \sqrt{۲}\times۱۰^۵(\frac{m}{s})\vec{j}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}\vec{i} + \vec{j}$ در SI می‌شود. اندازهٔ نیرویی که میدان مغناطیسی بر ذره وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

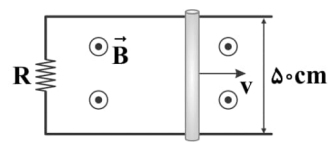
۱) $۱۹/۲\times۱۰^{-۱۴}$ ۲) $۱/۶\times۱۰^{-۱۴}$ ۳) $۳/۲\times۱۰^{-۱۴}$ ۴) $۹/۶\times۱۰^{-۱۴}$

25 - در شکل زیر، دو سیم مستقیم و بلند، حامل جریان‌های I_1 و I_2 هستند و نقطهٔ M در صفحهٔ دو سیم قرار دارد. اگر الکترونی از نقطهٔ M در خلاف جهت محور x شروع به حرکت کند، نیروی وارد بر آن در کدام جهت قرار می‌گیرد؟



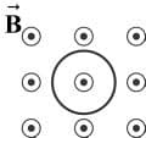
۱) خلاف جهت محور y
۲) عمود بر صفحهٔ کاغذ و به سمت داخل
۳) در جهت محور y
۴) عمود بر صفحهٔ کاغذ به سمت خارج

26 - در شکل زیر، رسانای U شکل به مقاومت $R = ۵\Omega$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی ۰/۵T قرار دارد و میلهٔ رسانایی بین دو بازوی آن قرار دارد و مداری را تشکیل می‌دهد. میله با تندی ثابت v به سمت راست حرکت می‌کند. اگر توان گرمایی ایجادشده در مقاومت برابر ۵۰mW باشد، آهنگ تغییر سطح ایجادشده چند متر مربع بر ثانیه است؟



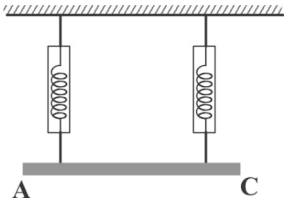
۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

27 - در شکل زیر یک حلقهٔ رسانا درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت و عمود بر خطوط آن قرار گرفته است. معادلهٔ این میدان مغناطیسی برحسب زمان در SI به صورت $B=t^2-5t+6$ است. اگر در لحظهٔ $t=0$ جهت این میدان مغناطیسی برونسو باشد، میدان در بازهٔ $t_1=2/5s$ تا $t_2=4s$ چگونه تغییر می‌کند و جهت جریان القایی در حلقه چگونه است؟



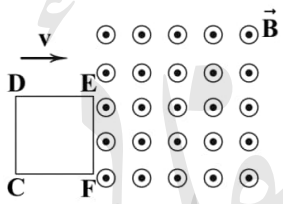
۱) کاهش و سپس افزایش ـ ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد
۲) ثابت ـ ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد
۳) کاهش و سپس افزایش ـ ساعتگرد
۴) افزایش ـ پادساعتگرد

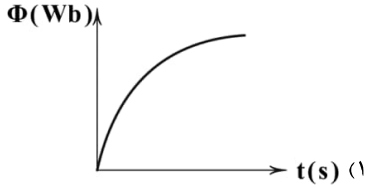
28 - در شکل زیر، میلهٔ رسانایی به طول $40cm$ به وسیلهٔ دو نیروسنج به حالت افقی نگه داشته شده است. این مجموعه در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ که عمود بر صفحه است، واقع شده است. اگر جریان عبوری از میله برابر با $2A$ و از A به C باشد. هر نیروسنج عدد $1/5N$ و اگر جریان عبوری از میله برابر با $4A$ و از C به A باشد، هر نیروسنج عدد $2/5N$ را نشان خواهد داد. اندازهٔ میدان مغناطیسی برحسب تسلا کدام است؟

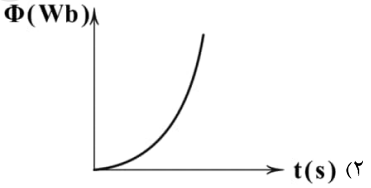


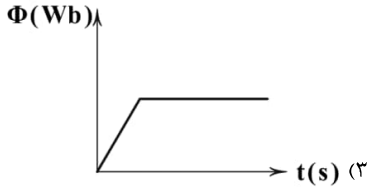
۱) $\frac{6}{5}$
۲) $\frac{5}{6}$
۳) $\frac{5}{2}$
۴) $\frac{2}{5}$

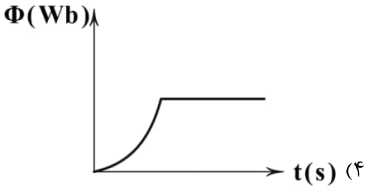
29 - مطابق شکل مقابل، حلقه‌ای فلزی به شکل مربع با سرعت ثابت در آستانهٔ ورود به میدان مغناطیسی یکنواختی است که خطوط آن بر سطح حلقه عمود هستند. نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از حلقه برحسب زمان از لحظهٔ ورود ضلع EF به میدان مغناطیسی تا لحظهٔ خروج ضلع EF از میدان مغناطیسی در کدام گزینه به درستی آمده است؟



۱)


۲)


۳)


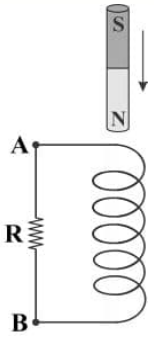
۴)


30 - چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد مواد مغناطیسی درست است؟

الف) در مواد فرومغناطیسی نرم، در حضور میدان مغناطیسی خارجی، حجم حوزه‌های مغناطیسی به آسانی تغییر می‌کند.
ب) جهت‌گیری حوزه‌های مغناطیسی در مواد پارامغناطیسی همواره کاملاً کاتوره‌ای است.
ج) در یک مادهٔ فرومغناطیسی سخت، بعد از حذف میدان مغناطیسی خارجی، سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها به سرعت تغییر می‌کنند.
د) مواد پارامغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی قوی تا حدودی خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

31 - **مطابق شکل مقابل، یک آهنربای میله‌ای از بالای یک سیملوله در راستای قائم رها شده و بعد از عبور از داخل سیملوله از آن خارج می‌شود. جهت جریان القایی در مقاومت الکتریکی R هنگام ورود آهنربای میله‌ای به سیملوله چگونه است؟**

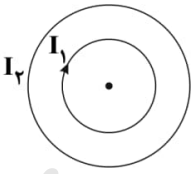


۱) از A به B
۲) از B به A
۳) جریان القایی ندارد.
۴) نمی‌توان اظهارنظر کرد.

32 - **در یک مولد جریان متناوب، در لحظه‌ای که شار مغناطیسی عبوری از پیچهٔ مولد $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ بیشینه شار مغناطیسی عبوری است، جریان الکتریکی چند برابر جریان الکتریکی بیشینه است؟**

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

33 - **در شکل زیر، پیچهٔ بزرگ‌تر به شعاع ۴۰ سانتی‌متر و دارای ۲۰۰ دور سیم و پیچهٔ کوچک‌تر به شعاع ۳۰ سانتی‌متر و دارای ۶۰ دور سیم است و پیچه‌ها هم‌مرکز هستند. اگر $I_۱ = ۵A$ باشد، شدت جریان $I_۲$ چند آمپر باشد تا بزرگی میدان مغناطیسی برایند در مرکز حلقه‌ها برحسب گاوس برابر با ۱۴π و جهت آن برونسو باشد؟ $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T.m}{A})$**



۱) ۸
۲) ۱۲
۳) ۱۶
۴) ۱۸

34 - **از سیملوله‌ای به ضریب القاوری ۰/۰۲H جریان متناوبی عبور می‌کند که معادلهٔ آن در SI به صورت $I = ۲/۵\sin(۱۰۰\pi t)$ است. بیشینهٔ انرژی ذخیره‌شده در میدان مغناطیسی این سیملوله چند میلی‌ژول است؟**

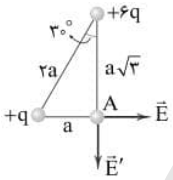
۱) ۳۷/۵ ۲) ۳/۷۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۶/۲۵

35 - **ضریب القاوری یک القاگر به کدام‌یک از عوامل زیر بستگی دارد؟**

۱) جریان عبوری از القاگر ۲) جنس هستهٔ داخل القاگر ۳) توان مصرفی القاگر ۴) نیروی محرکهٔ القایی دو سر القاگر

دکتر محمدرضا صفائی

1- **۳** ابتدا بردار میدان الکتریکی ناشی از هریک از بارها را در نقطهٔ A رسم می‌کنیم:

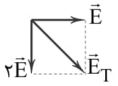


با استفاده از رابطهٔ بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک ذرهٔ باردار ($E=\frac{k|q|}{r^2}$) داریم:

$$\frac{E'}{E}=\frac{|q'|}{|q|}\times(\frac{r}{r'})^2 \Rightarrow \frac{E'}{E}=\frac{6q}{q}\times(\frac{a}{a\sqrt{3}})^2 \Rightarrow \frac{E'}{E}=6\times\frac{1}{3}=2$$

$$\Rightarrow E'=2E$$

بزرگی برایند میدان‌های الکتریکی برابر است با:



$$E_T=\sqrt{E^2+(2E)^2} \Rightarrow E_T=E\sqrt{5}$$

2- **۴** بار الکتریکی هر کدام از بارها را برابر q فرض می‌کنیم. اگر درصد باری که برمی‌داریم برابر x باشد:

$$\frac{F'}{F}=\frac{(q-xq)(q+xq)}{q\times q}=\frac{q(1-x)q(1+x)}{q\times q}=(1-x)(1+x)$$

$$\Rightarrow \frac{9}{25}=1-x^2 \Rightarrow x^2=1-\frac{9}{25} \Rightarrow x^2=\frac{16}{25} \Rightarrow x=\pm\frac{4}{5}$$

$$\Rightarrow x=\frac{4}{5}=\%80$$

3- **۳** تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار q برابر است با:

$$\Delta U_E=-E|q|d\cos\theta=-E|q|d\cos 30^\circ$$

$$\Rightarrow \Delta U_E=-2\times10^3\times12\times10^{-6}\times3\times10^{-2}\times\frac{\sqrt{3}}{2}=-360\sqrt{3}\mu J$$

در جابه‌جایی بار مثبت در جهت خطوط میدان الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاهش می‌یابد.

4- **۴** ابتدا ظرفیت خازن را حساب می‌کنیم:

$$C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}=4\times9\times10^{-12}\times\frac{200\times10^{-4}}{4\times10^{-3}}=18\times10^{-11}F$$

حال با توجه به رابطهٔ بین ظرفیت خازن و بار الکتریکی ذخیره‌شده در آن می‌توان نوشت:

$$C=\frac{Q}{V} \Rightarrow 18\times10^{-11}=\frac{Q}{10^3} \Rightarrow Q=18\times10^{-8}\ C \Rightarrow Q=0/18\mu C$$

5- **۱** اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحهٔ این خازن برابر است با:

$$U=\frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow 240\times10^{-6}=\frac{1}{2}\times12\times10^{-9}\times V^2$$

$$\Rightarrow V^2=4\times10^4 \Rightarrow V=200V$$

با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی یکنواخت داریم:

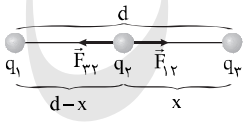
$$V=Ed \Rightarrow E=\frac{200}{2\times10^{-3}}=10^5\frac{N}{C}$$

اکنون برای محاسبهٔ اندازهٔ نیروی وارد بر ذرهٔ باردار از طرف میدان می‌توان نوشت:

$$E=\frac{F}{|q|} \Rightarrow 10^5=\frac{F}{4\times10^{-6}} \Rightarrow F=0/4N$$

6- **۲** اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 صفر باشد، داریم:

$$|F_{12}|=|F_{32}|$$



$$F_{12}=F_{32} \xrightarrow{F=\frac{k|q||q'|}{r^2}} \frac{k|q_1||q_2|}{(d-x)^2}=\frac{k|q_2||q_3|}{x^2}$$

$$\xrightarrow[q_1=+9\mu C]{q_3=+4\mu C} \frac{9}{(d-x)^2}=\frac{4}{x^2} \Rightarrow x=\frac{2d}{5}\quad (*)$$

بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{x}{d-x} \xrightarrow{(*)} \frac{\frac{2d}{5}}{\frac{3d}{5}}=\frac{2}{3}$$

7- **۲** اندازهٔ میدان الکتریکی برابر است با:

$$\vec{F}=20\vec{i}-40\vec{j} \Rightarrow F=\sqrt{(20)^2+(-40)^2}=20\sqrt{5}N$$

$$E=\frac{F}{|q|} \Rightarrow E=\frac{20\sqrt{5}}{5\sqrt{5}\times10^{-6}}=4\times10^6\frac{N}{C}$$

دلیر محمدرضا صمدی

با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی برحسب اندازهٔ میدان الکتریکی می‌توان نوشت:

$$|\Delta V| = Ed \Rightarrow |\Delta V| = ۴\times۱۰^{۶}\times۱۰\times۱۰^{-۲} = ۴\times۱۰^{۵}\,V = ۴۰۰\,kV$$

8- **۴** با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه در یک میدان الکتریکی می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} |\Delta V| = Ed \\ |\Delta V_{AB}| = Ed_{AB} \end{cases} \Rightarrow \frac{|\Delta V|}{|\Delta V_{AB}|} = \frac{d}{d_{AB}} \Rightarrow \frac{۳۰}{|\Delta V_{AB}|} = \frac{۱۲}{۴}$$

$$\Rightarrow |\Delta V_{AB}| = ۱۰\,V$$

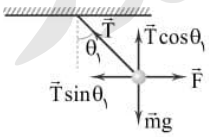
اکنون با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی برحسب تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذرهٔ باردار داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow -۱۰ = \frac{\Delta U_E}{+۱۰} \Rightarrow \Delta U_E = -۱۰۰\,\mu J = -۱۰^{-۴}\,J$$

بنابراین **انرژی پتانسیل الکتریکی ذرهٔ باردار $۱۰^{-۴}\,J$ کاهش می‌یابد.**

دقت کنید: نقطهٔ B به صفحهٔ منفی نزدیک‌تر است، بنابراین پتانسیل الکتریکی آن از نقطهٔ A کم‌تر است.

9- **۳** نیروهای وارد بر یکی از گلوله‌ها را رسم می‌کنیم:



چون گلوله در حال تعادل است، بنابراین برایند نیروهای وارد بر گلوله در هر راستا صفر است، یعنی:

$$\begin{cases} F_{net_x} = ۰ \Rightarrow T\sin\theta_۱ = F \\ F_{net_y} = ۰ \Rightarrow T\cos\theta_۱ = mg \end{cases} \Rightarrow \tan\theta_۱ = \frac{F}{mg}$$

اگر برای گلولهٔ دیگر هم همین کار را انجام دهیم، خواهیم داشت:

$$\tan\theta_۲ = \frac{F}{mg}$$

طبق قانون سوم نیوتون، نیروی دافعه‌ای که دو گلوله بر هم وارد می‌کنند، یکسان هستند، هم‌چنین جرم گلوله‌ها برابر است، یعنی نیروی وزن گلوله‌ها برابر است، بنابراین: $\theta_۱ = \theta_۲$

دقت کنید: اگر جرم گلوله‌ها یکسان نباشند، انحراف‌ها یکسان نخواهند بود.

10- **۱** ابتدا نسبت بار اولیهٔ دو کره را محاسبه می‌کنیم.

$$\sigma = \frac{q}{۴\pi R^{۲}} \Rightarrow \frac{\sigma_۲}{\sigma_۱} = \frac{q_۲}{q_۱}\times(\frac{R_۱}{R_۲})^{۲}$$

$$\Rightarrow ۱ = \frac{q_۲}{q_۱}\times(\frac{R_۱}{۳R_۱})^{۲} \Rightarrow q_۲ = ۹q_۱ \Rightarrow q_{کل} = q_۲ + q_۱ = ۱۰q_۱$$

در مرحلهٔ دوم، چگالی سطحی بار دو کره نسبت به هم مشخص است و از آن می‌توان نسبت بارها را به دست آورد.

$$\frac{\sigma'_۲}{\sigma'_۱} = \frac{q'_۲}{q'_۱}\times(\frac{R_۱}{R_۲})^{۲} \Rightarrow \frac{۱}{۹} = \frac{q'_۲}{q'_۱}\times\frac{۱}{۹} \Rightarrow q'_۲ = q'_۱$$

$$q'_۲ + q'_۱ = q_{کل} = ۱۰q_۱ \Rightarrow q'_۲ = ۵q_۱$$

در سؤال درصد تغییرات بار کرهٔ بزرگ‌تر خواسته شده است، بنابراین:

$$\frac{|\Delta q_۲|}{q_۲}\times۱۰۰ = \frac{۹q_۱ - ۵q_۱}{۹q_۱}\times۱۰۰ = \frac{۴}{۹}\times۱۰۰ \simeq ٪۴۴$$

11- **۱** در مدار (آ) ولت‌سنج ایده‌آل به صورت متوالی در مدار قرار گرفته است و جریانی از آن عبور نمی‌کند. در این حالت عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر با نیروی محرکهٔ باتری است.

$$V_۱ = \varepsilon = ۱۰\,V$$

برای محاسبهٔ عددی که ولت‌سنج در مدار (ب) نشان می‌دهد می‌توان نوشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{۱۰}{۹+۱} = ۱\,A$$

$$V = \varepsilon - rI = ۱۰ - ۱ = ۹\,V$$

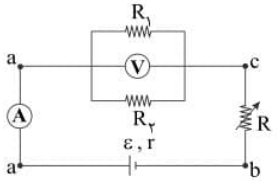
12- **۴** با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ توان مصرفی در مقاومت می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} P = RI^{۲} \\ I = \frac{\varepsilon}{R+r} \end{cases} \Rightarrow P = \frac{R}{(R+r)^{۲}}\varepsilon^{۲} \Rightarrow ۱۶ = \frac{R}{(R+۲)^{۲}}\times۱۴۴$$

$$\Rightarrow ۹R = (R+۲)^{۲} \Rightarrow R^{۲} - ۵R + ۴ = ۰ \Rightarrow \begin{cases} R = ۱\,\Omega \\ R = ۴\,\Omega \end{cases}$$

13- **۴** با افزایش مقاومت رئوستا، مقاومت معادل مدار (R_{eq}) افزایش پیدا کرده، بنابراین طبق رابطهٔ $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ جریان عبوری از مدار کاهش می‌یابد. **یعنی عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، کاهش می‌یابد.**

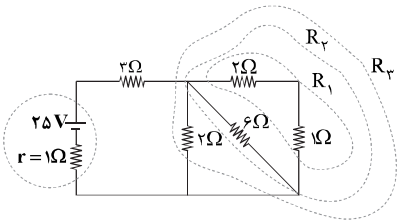
مطابق شکل زیر، ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ a و c را نشان می‌دهد. در این صورت می‌توان نوشت:



$$V_{ac} = R_{۱,۲}I \xrightarrow{I\downarrow} V_{ac}\downarrow$$

یعنی **عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، کاهش پیدا کرده است.**

14- **۲** ابتدا مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم:



$$\begin{cases} R_1 = 2+1 = 3\Omega \\ R_2 = \frac{3\times 6}{3+6} = 2\Omega \\ R_3 = \frac{2\times 2}{2+2} = 1\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{eq} = 1+3 = 4\Omega$$

بنابراین جریان کل مدار برابر است با: $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{25}{4+1} = 5A$

بنابراین: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow 5 = \frac{100}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 20h$

15- **۳** ابتدا مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{(20+40)\times 40}{(20+40)+40} = 24\Omega$$

اکنون جریان کل مدار را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{25}{24+1} = 1A$$

با توجه به این‌که دو شاخه موازی هستند، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} 60I_1 = 40I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{3}{2}I_1 \\ I_1 + I_2 = 1 \end{cases} \Rightarrow I_1 + \frac{3}{2}I_1 = 1 \Rightarrow \frac{5}{2}I_1 = 1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{2}{5}A \\ I_2 = \frac{3}{5}A \end{cases}$$

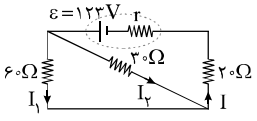
اکنون بار عبوری از این شاخه را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \frac{3}{5} = \frac{\Delta q}{10} \Rightarrow \Delta q = 6C$$

برای محاسبهٔ تغییرات انرژی پتانسیل بار عبوری از این دو نقطه خواهیم داشت:

$$|\Delta V| = \frac{|\Delta U|}{q} \Rightarrow 40\times\frac{3}{5} = \frac{|\Delta U|}{6} \Rightarrow |\Delta U| = 144J$$

16- **۴** با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ توان در مقاومت‌ها، جریان I_1 برابر است با:



$$P_1 = RI_1^2 \Rightarrow 60 = 60I_1^2 \Rightarrow I_1 = 1A$$

در این صورت جریان عبوری از مقاومت ۳۰Ω برابر است با:

$$60I_1 = 30I_2 \Rightarrow I_2 = 2I_1 = 2A$$

پس جریان کل مدار برابر است با:

$$I = I_1 + I_2 = 3A$$

توان خروجی باتری با توان مصرفی در مجموع مقاومت‌های متصل به آن برابر است، در این صورت می‌توان نوشت:

$$R_{eq} = \frac{60\times 30}{60+30} + 20 = 40\Omega$$

بنابراین:

$$P = R_{eq} I^2 = 40\times(3)^2 = 360W$$

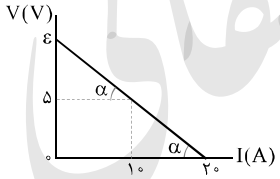
17- **۲** جریان عبوری از رسانا برابر است با:

$$I = \frac{q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t} = \frac{10^{20}\times 1/6\times 10^{-19}}{3/2} = 5A$$

با توجه به قانون اهم می‌توان نوشت:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{100}{5} = 20\Omega$$

18- **۳** با توجه به نمودار، مقاومت درونی و نیروی محرکهٔ باتری برابر است با:

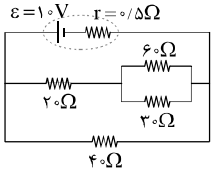


$$r = \frac{5}{20-10} = 0/5\Omega$$

$$r = \frac{\varepsilon - 5}{10} \Rightarrow 0/5 = \frac{\varepsilon-5}{10}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = 10V$$

اکنون شکل ساده‌شدهٔ مدار را رسم کرده، بنابراین مقاومت معادل مدار برابر است با:



$$R' = (\frac{60\times 30}{60+30}) + 20 = 40\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{40\times 40}{40+40} = 20\Omega$$

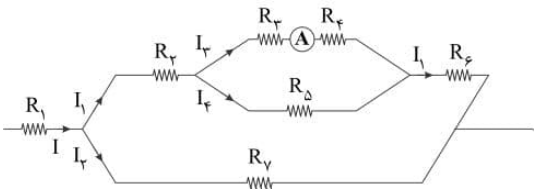
بنابراین جریان در شاخهٔ اصلی مدار برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{10}{20/5}A$$

برای محاسبهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری می‌توان نوشت:

$$V = \varepsilon - rI = 10 - \frac{1}{2}\times\frac{10}{20/5} = 10 - \frac{10}{41} \simeq 9/75V$$

19- ۲ ابتدا مقاومت‌های مدار را به شکل ساده‌تر زیر رسم می‌کنیم.



ولتاژ در شاخه‌های موازی برابر است، بنابراین:

$$\begin{cases} V_{۳,۴}=V_۵ \xrightarrow{V=IR} (R_۳+R_۴)I_۳=R_۵I_۴ \\ \xrightarrow[R_۵=۳\Omega\ ,\ I_۳=۲A]{R_۳=۴\Omega\ ,\ R_۴=۲\Omega} ۶\times۲=۳\times I_۴ \Rightarrow I_۴=۴A \\ V_۱=V_۲ \Rightarrow (R_۲+R_{۳,۴,۵}+R_۶)I_۱=R_۷I_۲ \\ \xrightarrow{I_۱=I_۳+I_۴=۲+۴=۶A} ۴\times۶=۸\times I_۲ \Rightarrow I_۲=۳A \end{cases}$$

در این صورت برای محاسبهٔ جریان I داریم:

$$I=I_۱+I_۲=۶+۳=۹A$$

حال از برابری توان مصرفی در مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۷$ داریم:

$$P_۷=P_۱ \xrightarrow{P=RI^۲} ۸\times۳^۲=R_۱\times۹^۲ \Rightarrow R_۱=\frac{۸}{۹}\Omega$$

20- ۴ با توجه به معادلهٔ بار برحسب زمان، ابتدا بار خالص شارش‌شده در دو ثانیهٔ دوم را حساب می‌کنیم:

$$q=t^۲+۴t$$

$$\begin{cases} t_۱=۲s \Rightarrow q_۱=۲^۲+۴(۲)=۱۲C \\ t_۲=۴s \Rightarrow q_۲=۴^۲+۴(۴)=۳۲C \end{cases} \Rightarrow \Delta q=۳۲-۱۲=۲۰C$$

اکنون با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ جریان الکتریکی متوسط می‌توان نوشت:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{۲۰}{۴-۲}=۱۰A$$

21- ۲ با توجه به شکل سؤال هنگامی که لغزنده در نقطهٔ M قرار دارد، $\frac{۱}{۳}$ از مادهٔ مقاومتی در مدار قرار دارد و می‌توان نوشت:

$$R_۱=R_{کل}\times(\frac{L_۱}{L_{کل}})=۳۰۰\times\frac{۱}{۳}=۱۰۰\Omega$$

$$I_۱=\frac{V}{R_۱}=\frac{۳۰}{۱۰۰}=۰/۳A$$

هنگامی که لغزنده در نقطهٔ N قرار می‌گیرد، $\frac{۱}{۲}$ از مادهٔ مقاومتی در مدار قرار می‌گیرد و می‌توان نوشت:

$$R_۲=R_{کل}(\frac{L_۲}{L_{کل}})=۳۰۰\times\frac{۱}{۲}=۱۵۰\Omega$$

$$I_۲=\frac{V}{R_۲}=\frac{۳۰}{۱۵۰}=۰/۲A$$

اکنون برای محاسبهٔ تغییر جریان عبوری از آمپرسنج داریم:

$$\Delta I=I_۲-I_۱=۰/۲-۰/۳=-۰/۱A$$

بنابراین **جریان عبوری از آمپرسنج ۰/۱A کاهش یافته است.**

22- ۴ **بررسی عبارت‌ها:**

الف) قطب N یک عقربهٔ مغناطیسی تقریباً رو به شمال جغرافیایی زمین می‌ایستد و توسط قطب **شمال جغرافیایی** زمین جذب می‌شود. (✗)

ب) وقتی یک آهنربای میله‌ای را از وسط آویزان می‌کنیم، در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح افقی زمین زاویه می‌سازد، به این زاویه شیب مغناطیسی می‌گویند. (✗)

ج) نیروی وارد بر یک الکترون متحرک بر راستای میدان و راستای حرکت ذره عمود است. (✗)

د) اگر ذرهٔ باردار طوری از میدان عبور کند که خطوط میدان مغناطیسی را قطع کند، بر آن نیرو مغناطیسی اثر می‌کند. در این حالت چون نیرو همواره بر مسیر حرکت عمود است، تندی حرکت ذرهٔ باردار تغییری نمی‌کند. (✗)

23- ۴ میله باید طوری حرکت کند که الکترون‌های آزاد آن در بالای میله تراکم بیشتری پیدا کنند و بالای میله دارای بار منفی شود. جهت میدان مغناطیسی زمین رو به شمال است و می‌خواهیم نیروی وارد بر الکترون‌ها رو به بالا باشد. در این صورت با توجه به شکل زیر، **جهت حرکت میله باید به سمت چپ (غرب) باشد.**

24- ۳ با استفاده از رابطهٔ محاسبهٔ نیروی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی یکنواخت می‌توان نوشت:

$$\vec{v}=۲\times۱۰^۵\vec{i}+\sqrt{۲}\times۱۰^۵\vec{j}=v_x\vec{i}+v_y\vec{j}$$

$$\vec{B}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\vec{i}+\vec{j}=B_x\vec{i}+B_y\vec{j}$$

$$F_۱=|q|B_y\,v_x\sin۹۰^\circ=۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۱\times۲\times۱۰^۵\times۱$$

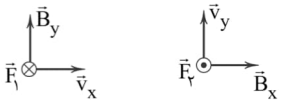
$$\Rightarrow F_۱=۶/۴\times۱۰^{-۱۴}N$$

$$F_۲=|q|B_x\,v_y\sin۹۰^\circ=۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}\times\sqrt{۲}\times۱۰^۵\times۱$$

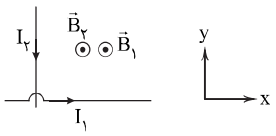
$$\Rightarrow F_۲=۳/۲\times۱۰^{-۱۴}N$$

در این صورت نیروی خالص وارد بر جسم برابر است با:

$$F = F_1 - F_2 = (۶/۴ - ۳/۲)\times ۱۰^{-۱۴} = ۳/۲\times ۱۰^{-۱۴}\,N$$



25- **۱** با توجه به قاعدهٔ دست راست ابتدا جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان‌های دو سیم را در نقطهٔ M مشخص می‌کنیم. یعنی جهت میدان برایند حاصل، برون‌سو است.



اکنون با توجه به قاعدهٔ دست راست، جهت نیروی وارد بر الکترون را مشخص می‌کنیم.

بنابراین **نیروی وارد بر الکترون در خلاف جهت محور y است.**

26- **۱** ابتدا جریان القایی عبوری از مقاومت R را حساب می‌کنیم:

$$P = RI^۲ \Rightarrow ۵۰\times ۱۰^{-۳} = ۵I^۲ \Rightarrow I^۲ = ۱۰^{-۲} \Rightarrow I = ۰/۱A$$

اکنون اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{|\bar{\varepsilon}|}{R} \Rightarrow \frac{۱}{۱۰} = \frac{|\bar{\varepsilon}|}{۵} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = ۰/۵V$$

با توجه به قانون القای فاراده برای محاسبهٔ آهنگ تغییر سطح می‌توان نوشت:

$$|\bar{\varepsilon}| = |-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}| = |-۱\times\frac{\Delta A}{\Delta t}B\cos\theta| \Rightarrow ۰/۵ = ۱\times\frac{\Delta A}{\Delta t}\times ۰/۵\times ۱$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta A}{\Delta t} = ۱\frac{m^۲}{s}$$

27- **۳** ابتدا معادلهٔ میدان را تعیین علامت می‌کنیم تا نحوهٔ تغییرات میدان را متوجه شویم:

$$B = t^۲ - ۵t + ۶ = (t-۲)(t-۳) \rightarrow \begin{cases} t = ۲s \\ t = ۳s \end{cases}$$

t		۲		۳	
B	+	۰	−	۰	+

میدان در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۲/۵$ تا $t_۲ = ۴s$ تغییر علامت داده است. تا لحظهٔ $t = ۲s$ جهت میدان برونسو است. از لحظهٔ $t = ۲s$ تا لحظهٔ $t = ۳s$ جهت میدان درونسو خواهد بود و از لحظهٔ $t = ۳s$ به بعد باز جهت میدان برونسو می‌شود.

ولی اندازهٔ میدان از لحظهٔ $t = ۲/۵s$ تا لحظهٔ $t = ۳s$ کاهش یافته و از لحظهٔ $t = ۳s$ به بعد افزایش می‌یابد.

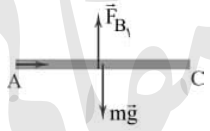
برای تعیین جهت جریان القایی به سراغ قانون لنز و مخالفت با تغییر شار مغناطیسی گذرنده از حلقه می‌رویم. از $t = ۲/۵s$ تا $t = ۳s$ جهت میدان درونسو و در حال کاهش است، پس شار مغناطیسی گذرنده از حلقه کاهش می‌یابد و جهت جریان القایی در حلقه ساعتگرد خواهد بود. از $t = ۳s$ تا $t = ۴s$ جهت میدان برونسو و در حال افزایش است پس شار مغناطیسی گذرنده از حلقه افزایش می‌یابد و جهت جریان القایی در حلقه باز هم ساعتگرد خواهد بود.

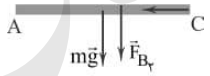
28- **۲** نیروسنج همیشه نیروی برایند را نشان می‌دهد. پس:

برایند حالت اول: $F_{T_۱} = ۲\times ۱/۵ = ۳\,N$

برایند حالت دوم: $F_{T_۲} = ۲\times ۲/۵ = ۵\,N$

چون جهت جریان سیم عوض شد، قطعاً جهت نیروی مغناطیسی هم عوض شده است و از آن‌جا که نیروی برایند در حالت دوم بیشتر است، پس نیروی مغناطیسی (F_B) در حالت دوم هم‌جهت با نیروی وزن میله (mg) و در حالت اول خلاف‌جهت نیروی وزن میله به آن وارد شده است:

حالت اول:  $: F_{T_۱} = mg - F_{B_۱} = ۳$

حالت دوم:  $: F_{T_۲} = mg + F_{B_۲} = ۵$

دستگاه دو معادله دو مجهول زیر را حل می‌کنیم:

$$\begin{cases} mg - F_{B_۱} = ۳ & (۱) \\ mg + F_{B_۲} = ۵ & (۲) \end{cases}$$

معادلهٔ (۱) را از معادلهٔ (۲) کم می‌کنیم: $F_{B_۲} + F_{B_۱} = ۲ \xrightarrow[\theta = ۹۰^\circ \Rightarrow \sin\theta = ۱]{F_B = BI\ell\sin\theta}$

$$BI_۲\ell + BI_۱\ell = ۲ \Rightarrow B\ell(I_۲ + I_۱) = ۲ \Rightarrow B\times ۰/۴\times(۴+۲) = ۲$$

$$\Rightarrow B = \frac{۱۰}{۱۲}T = \frac{۵}{۶}T$$

29- **۳** با ورود حلقه به میدان، شار مغناطیسی عبوری از حلقه افزایش می‌یابد (چون حلقه با سرعت ثابت حرکت می‌کند تغییر شار، خطی می‌باشد) و پس از این‌که حلقه به طور کامل وارد محدودهٔ میدان شد، مقدار شار مغناطیسی عبوری از حلقه تا لحظه‌ای که ضلع EF از محدودهٔ میدان خارج شود، ثابت می‌ماند.

30- **۲** عبارت‌های «الف» و «د» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

ب) مادهٔ پارامغناطیسی، اگر در حضور میدان مغناطیسی قرار گیرد، دوقطبی‌های مغناطیسی آن تا اندازه‌ای منظم و هم‌جهت با میدان مغناطیسی می‌شوند.

ج) در مواد فرومغناطیسی سخت، سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها پس از حذف میدان مغناطیسی خارجی تا مدت زمان زیادی تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند.

31- **۱** بنابر قانون لنز، هنگام ورود آهنربا میدان مغناطیسی و در نتیجه شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله در حال افزایش است، پس جهت جریان القایی باید به گونه‌ای باشد تا از این افزایش جلوگیری کند. پس جهت جریان القایی هنگام ورود آهنربا از A به B است.

32- **۲** همواره معادلهٔ جریان متناوب و شار مغناطیسی متناوب به صورت زیر است:

$$I = I_{max}\sin(\frac{2\pi}{T}t) \Rightarrow \sin(\frac{2\pi}{T}t) = \frac{I}{I_{max}}$$

$$\Phi = \Phi_{max}\cos(\frac{2\pi}{T}t) \Rightarrow \cos(\frac{2\pi}{T}t) = \frac{\Phi}{\Phi_{max}}$$

با استفاده از رابطهٔ مثلثاتی $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ می‌توان نسبت $\frac{I}{I_{max}}$ را محاسبه کرد، بنابراین:

$$\sin^2(\frac{2\pi}{T}t) + \cos^2(\frac{2\pi}{T}t) = 1 \Rightarrow (\frac{I}{I_{max}})^2 + (\frac{\Phi}{\Phi_{max}})^2 = 1$$

$$\Rightarrow (\frac{I}{I_{max}})^2 + \frac{3}{4} = 1 \Rightarrow \frac{I}{I_{max}} = \frac{1}{2}$$

33- **۳** با استفاده از رابطهٔ بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچهٔ مسطحی به شعاع R و دارای N دورسیم، داریم:

$$\begin{cases} B = \frac{\mu_0 NI}{2R} = 2\pi\times10^{-7}\times\frac{NI}{R} \\ B_1 = 2\pi\times10^{-7}\times\frac{60\times5}{0/3} = 2\pi\times10^{-4}\,T = 2\pi(G)\otimes \end{cases}$$

$$\Rightarrow B_2 - B_1 = 14\pi \Rightarrow B_2 = 16\pi(G)\ \odot$$

بنابراین:

$$16\pi\times10^{-4} = 2\pi\times10^{-7}\times\frac{200I_2}{0/4} = \pi I_2\times10^{-4}\,T \Rightarrow I_2 = 16A$$

باید I_2 برابر با ۱۶ آمپر و جهت آن پادساعتگرد باشد تا میدان مغناطیسی برونسو ایجاد کند.

34- **۳** بیشینهٔ جریان عبوری از سیملوله برابر $2/5A$ است. با توجه به رابطهٔ محاسبهٔ انرژی ذخیره‌شده در سیملوله می‌توان نوشت:

$$U_m = \frac{1}{2}LI_m^2 = \frac{1}{2}\times2\times10^{-2}\times(2/5)^2 = 6/25\times10^{-2}\,J = 62/5mJ$$

35- **۲** ضریب القاوری یک القاگر به عواملی هم‌چون تعداد دور، طول و سطح مقطع القاگر و جنس هسته‌ای که داخل آن قرار می‌گیرد، بستگی دارد.

1- در چند اندازه‌گیری طول یک مداد توسط یک دانش‌آموز به‌کمک خط‌کش معمولی، اندازه‌های زیر برحسب cm به‌دست آمده‌اند. چه عددی می‌بایست به‌عنوان نتیجه گزارش شود؟

۱۴/۵ , ۱۰/ ۱ , ۱۰/ ۲ , ۱۰/ ۴ , ۱۰/ ۳

۱) ۱۰/ ۲۵ ۲) ۱۰/ ۳ ۳) ۱۱/۱ ۴) ۱۱/۲

2- داخل یک مکعب فلزی به ضلع 5cm حفره‌ای وجود دارد. اگر این حفره را با ۲۵ گرم آب پر کنیم، جرم مجموعه ۵ درصد افزایش می‌یابد. چگالی آن فلز، چند کیلوگرم بر لیتر است؟ ($\frac{g}{cm^3}$ آب $\rho = 1$)

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۵۰۰۰ ۴) ۶۰۰۰

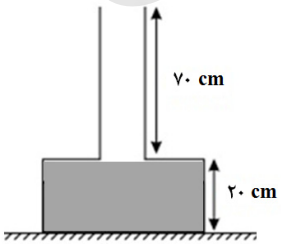
3- قطعه یخی به جرم ۲ kg داریم. اگر ۴۰ درصد جرم این یخ ذوب شود، حجم مخلوط چند درصد و چگونه تغییر می‌کند ؟ ($\frac{g}{cm^3}$ آب $\rho = 1$ و $\frac{g}{cm^3}$ یخ $\rho = 0/9$)

۱) ۶ درصد افزایش
۲) ۴ درصد افزایش
۳) ۶ درصد کاهش
۴) ۴ درصد کاهش

4- در شکل زیر، قطره‌های روغن از قطره‌چکان خارج می‌شوند. اگر دمای روغن درون آن را افزایش دهیم، نیروی هم‌چسبی بین قطرات روغن و وزن قطرات خروجی از آن به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش - کاهش
۲) کاهش - کاهش
۳) افزایش - افزایش
۲) کاهش – افزایش

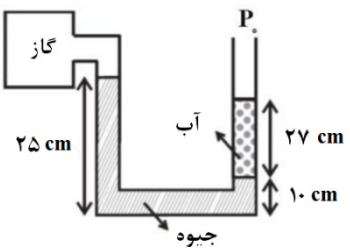
5- در شکل زیر، مساحت درب (لوله) و کف ظرف به‌ترتیب $10cm^2$ و $50cm^2$ است و بخش پایینی به‌طور کامل از روغن با چگالی $0/8\frac{g}{cm^3}$ پر شده است. اگر ۰/۵ لیتر آب به ظرف اضافه کنیم، فشار وارد بر کف ظرف چند پاسکال افزایش می‌یابد؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$ و $\rho = 1000\ \frac{kg}{m^3}$ آب)



۱) ۴۲۰۰
۲) ۳۶۰۰
۳) ۱۰۰۰
۴) ۲۸۰۰

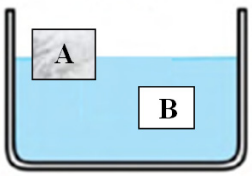
6- در شکل زیر، قدرمطلق فشار پیمان‌های گاز بر حسب سانتی‌متر جیوه کدام است ؟

($P_0 = 75cmHg$ و $g = 10\ m/s^2$ و جیوه $\rho = 13/5\frac{g}{cm^3}$ آب $\rho = 1\frac{g}{cm^3}$)



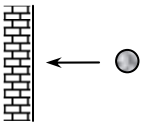
۱) ۶۲
۲) ۲۳
۳) ۱۳
۴) ۵۰

7- در شکل زیر جسم A در حالت شناور و جسم B غوطه‌ور است. اندازه نیروی شناوری نسبت به وزن هر جسم به‌ترتیب برای دو جسم A و B چگونه است؟



۱) برای A بزرگ‌تر و برای B کوچک‌تر
۲) برای A بزرگ‌تر و برای B برابر
۳) برای هر دو بزرگ‌تر
۴) برای هر دو برابر

8- توپی با سرعت $۴۰\frac{m}{s}$ به دیواری برخورد کرده و در همان راستای قبلی برمی‌گردد. اگر در اثر این برخورد، ۵۱ درصد از انرژی جنبشی توپ به انرژی درونی تبدیل شود، سرعت توپ هنگام برگشت چند متر بر ثانیه است؟



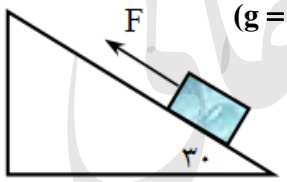
۱) ۳۲
۲) ۳۶
۳) ۲۸
۴) ۱۴

9- جسمی تحت‌تأثیر دو نیروی افقی و عمود بر هم $F_۱ = ۵۰\,N$ و $F_۲ = ۱۰۰\,N$ از حال سکون بر روی سطحی افقی شروع به حرکت می‌کند. نسبتِ کار انجام شده توسط نیروی $F_۲$ به $F_۱$ برابر کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۴

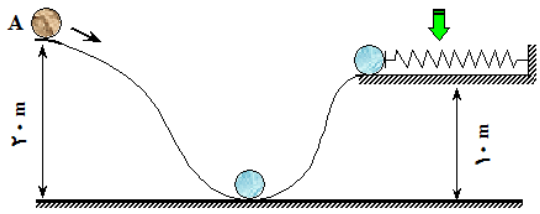
10- روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاکی با زاویهٔ ۳۰ درجه نسبت به افق، نیروی F جعبه‌ای به‌جرم ۵ kg را از حالت سکون در طول سطح ۲ متر به طرف بالا می‌برد و سرعت آن را به $۴\frac{m}{s}$ می‌رساند.

کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول بوده است؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ $(\sin ۳۰^\circ = ۰/۵)$



۱) ۱۴۰
۲) ۱۰
۳) ۹۰
۴) ۴۰

11- مطابق شکل گلوله‌ای به جرم ۲ kg از نقطه A با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ رو به پایین مسیر پرتاب شده و پس ازطی مسیر منحنی شکل، به فنری برخورد نموده و شروع به فشرده کردن فنر می‌کند. در لحظه‌ای که انرژی ذخیره شده در فنر فشرده شده به ۱۰۰J می‌رسد، سرعت گلوله چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$
(تا این لحظه به اندازه ۲۰% از انرژی اولیه گلوله، با احتساب راستای افقی به عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی صفر، در اثر مقاومت هوا و اصطکاک سطوح تماس تلف شده است.)

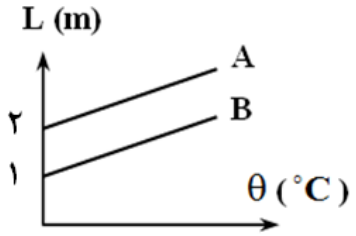


۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۷
۴) ۱۲

12- در یک موتور الکتریکی، انرژی تلف شده ۱/۵ برابر کار انجام شده است. راندمان این موتور چند درصد است ؟

۱) ۶۰ ۲) ۶۶ ۳) ۳۴ ۴) ۴۰

13- در شکل زیر، تغییرات طول دو میلهٔ **A** و **B** را برحسب دما نشان می‌دهد. ضریب انبساط طولی جسم **B** چند برابر ضریب انبساط طولی جسم **A** است؟



۱) ۲
۲) ۱
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) ۴

14- جرم بدنه اصلی یک سماور برقی به توان گرمادهی ۶ kw، برابر ۲ kg است. بدنه این سماور از جنس آلیاژی مخصوص به گرمای ویژه ۶۰۰ $J/kg\cdot k$ و دمـای آن ۳۰°C است. در صورتی‌که ۳۰% گرمای تولید شده توسط این سماور به محیط بیرونی داده شود، اگر ۴ kg آب به دمای ۶۰ °C را در این سماور بریزیم، سماور فوق چند دقیقه می‌بایست کار کند تا آب به جوش آید؟ (گرمای ویژه آب ۴۲۰۰ $J/kg\cdot k$ است.)

۱) ۱۸۰ ۲) ۳
۳) ۲۴۰ ۴) ۴

15- قطعه یخی به‌جرم $m_۱$ گرم و دمای صفر درجهٔ سلسیوس را درون $m_۲$ گرم آب ۷۰ °C می‌اندازیم. اگر تا لحظه ذوب کامل یخ، دمای آب به ۳۰ °C برسد، دمای تعادل نهایی مجموعه چند °C خواهد بود؟
(از تبادلات گرمایی با محیط صرف نظر کنید. (آب $L_F = ۸۰\times c$)

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۲۰

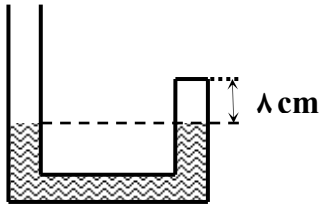
16- مقدار ۱۰۰ گرم بخار آب ۱۰۰ °C را در ۳۰۰ گرم آب ۴۶ °C وارد کرده‌ایم. پس از ایجاد تعادل چند گرم بخار خواهیم داشت؟ (آب $L_V = ۵۴۰\times C$)

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۷۰ ۴) ۶۰

17- کدام گزینه، برای کامل شدن عبارت زیر مناسب هستند؟
«در طول شب، چون زمین ساحل ..... از آب دریاست، جریان‌های همرفتی موجب ایجاد نسیمی از طرفِ ..... به سمت ..... می‌شود.»

۱) سردتر، ساحل، دریا ۲) گرم‌تر، ساحل، دریا
۳) سردتر، دریا، ساحل ۴) گرم‌تر، دریا، ساحل

18- # در شکل زیر، دمای هوای محبوس بالای جیوه ۲۷ °C است. دمای هوای آن محفظه را چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا اختـلاف ارتفـاع دو سطح جیوه ۴ سانتی‌متر شود ؟
(سطح مقطع لوله در دو طرف یکسان است.)
(فشار هوای خارج لوله $P_۰ = ۷۵$ cmHg است.)



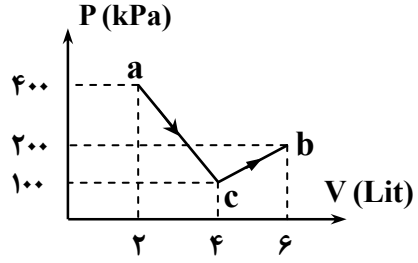
۱) ۳۷۵ ۲) ۱۱۵
۳) ۷۵ ۴) ۹۵

رشته ریاضی

19# - در یک روز زمستانی، می‌خواهیم لاستیک اتومبیلی به حجم ۲۰ لیتر را از هوای $27\,^{\circ}C$، تحت فشار ۴ اتمسفر پر کنیم. برای این منظور از یک تلمبه پایی کمک می‌گیریم. اگر در هر تلمبه زدن $400\,cm^3$ هوای $-3\,^{\circ}C$ با فشار ۱ اتمسفر وارد لاستیک گردد، برای باد کردن لاستیک چند بار باید تلمبه بزنیم؟

۱) ۱۷۰ ۲) ۱۸۰
۳) ۲۰۰ ۴) ۲۱۰

20# - در شکل زیر، نمودار P-V یک دستگاه رسم شده که طی آن گازی کامل فرآیند abc را طی کرده است. کار محیط روی دستگاه در این فرآیند چند ژول بوده است؟



۱) ۸۰۰
۲) -800
۳) ۲۰۰
۴) -200

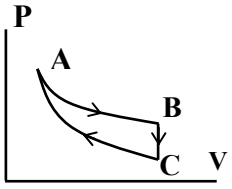
21# - در شکل زیر، گازی کامل و دو اتمی درون استوانه قرار داشته و پیستون می‌تواند بدون اصطکاک جابه‌جا شود. اگر ۳۵۰ ژول گرما به این گاز داده شود، تغییر انرژی درونی آن چند ژول خواهد بود؟

۱) ۲۵۰
۲) -250
۳) ۵۰۰
۴) -500

22# - مقداری گاز کامل، در فرآیندی از محیط گرما می‌گیرد. در این صورت:

۱) الزاماً دمای گاز افزایش می‌یابد.
۲) الزاماً فشار گاز افزایش می‌یابد.
۳) الزاماً حجم گاز افزایش می‌یابد.
۴) ممکن است انرژی درونی گاز تغییر نکند.

23# - مطابق شکل ۲ مول گاز کامل تک اتمی، سه فرآیند هم‌حجم ، بی‌دررو و هم‌دما را طی می‌کند. اگر دمای گاز در فرآیند CA به اندازه $50\,^{\circ}C$ تغییر کرده باشد، چند ژول گرما در فرآیند BC از گاز گرفته می‌شود؟ $(R = 8\,J/mol\cdot k)$



۱) ۲۰۰۰
۲) ۱۸۰۰
۳) ۱۲۰۰
۴) ۱۵۰۰

24# - بازده یک ماشین درون‌سوز بنزینی ۲۰ درصد است. اگر با تنظیم موتور، بازده آن به ۳۰ درصد برسانیم، به ازای مقدار سوخت یکسان و در بازه زمانی مساوی، انرژی گرمایی تلف شده چند درصد کاهش می‌یابد؟

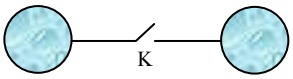
۱) ۷/۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۵

25 - بار الکتریکی هستهٔ یون X^{-5} برابر $4/8\times10^{-12}\,\mu C$ است. عدد اتمی این عنصر کدام است؟ (اندازهٔ بار الکترون $1/6\times10^{-19}\,C$ است.)

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

رشته ریاضی

26- دو کره کوچک و رسانای مشابه مطابق شکل به فاصله $۳۰\,cm$ از هم قرار دارند. هنگامی‌که کلید باز است، این دو کره نیروی $۰/۸$ نیوتن به هم وارد کرده و بعد از بستن کلید، نیروی بین آن‌ها به $۰/۱$ نیوتن می‌رسد. کدام گزینه می‌تواند نمایان‌گر اندازه بار اولیهٔ یکی از دو کره بر حسب میکروکولن باشد؟

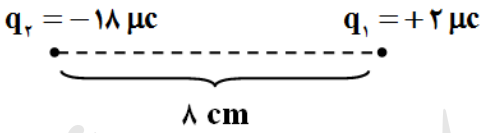


۱) ۸ ۲) ۶
۳) ۰/۸ ۴) ۴

27- نیرویی که دو بار الکتریکی هم‌اندازه ولی ناهمنام $+Q$ و $-Q$ در فاصله d بر هم وارد می‌کنند، $۶۰۰\ N$ است. اگر بار $۳\ \mu c$ را از کره دارای بار مثبت به دیگری منتقل کنیم، در همان فاصله نیروی بین آن‌ها $۴۰۰\ N$ می‌شود. Q چند میکرو کولن است؟ ($\sqrt{۳} \cong ۱/۷$ و $\sqrt{۲} \cong ۱/۴$)

۱) ۱۷ ۲) ۱۳ ۳) $۳\sqrt{۳}$ ۴) $۲\sqrt{۳}$

28- دو بار $+۲\ \mu C$ و $-۱۸\ \mu C$ در فاصله $۸\ cm$ یک‌دیگر ثابت شده‌اند. اگر بار q را در محلی معین قرار دهیم، نیروی خالص وارد بر آن صفر می‌شود. اگر علامت یکی از دو بار قرینه شود، محل صفر شدن نیروی خالص وارد بر بار q چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟

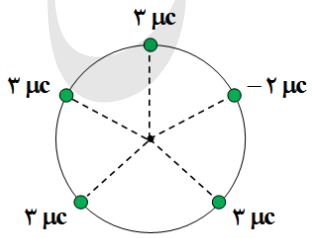


۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۰

29- دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ در فاصلهٔ معینی از هم قرار دارند و شدت میدان الکتریکی در نقطهٔ M وسط دو بار برابر $\vec{E}$ است. اگر بار $q_۱$ را خنثی کنیم، شدت میدان در همان نقطه $\frac{-\vec{E}}{۴}$ می‌شود. نسبت $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟

۱) $+۵$ ۲) -۵ ۳) $+۳$ ۴) -۳

30- پنج بار الکتریکی نقطه‌ای، با فواصل مساوی روی محیط دایره‌ای به شعاع $۳۰\ cm$ مطابق شکل زیر توزیع شده‌اند. شدت میدان برآیند در مرکز دایره، چند کیلو نیوتن بر کولن است؟



۱) ۲۰۰
۲) ۲۰
۳) ۵۰۰
۴) ۵۰

31- اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار $+۰/۴\ \mu C$ در نقاط A و B واقع در یک میدان الکتریکی به‌ترتیب برابر $۶۲\ \mu J$ و $۶۰\ \mu J$ و پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A برابر ۵۰ ولت باشد، پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B چند ولت است؟

۱) ۵ ۲) ۵۵ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

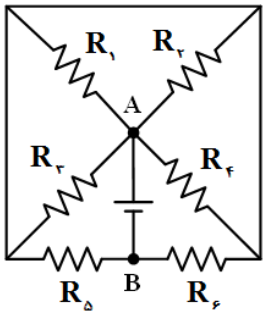
32- ظرفیت خازنی $۵\ \mu F$ بوده و در آن مقدار کافی بار الکتریکی ذخیره شده است. برای اینکه $+۴\ \mu C$ بار الکتریکی را از یکی از صفحات خازن به دیگری منتقل کنیم، $۸\mu J$ انرژی مصرف می‌شود. بار اولیهٔ این خازن، چند میکرو کولن بوده است؟

۱) ۱۳ ۲) ۸
۳) ۵ ۴) ۱۶

33- طول یک سیم فلزی $۲۰cm$ و قطر مقطع آن $۴mm$ است. سیم را به کمک ابزاری مناسب به‌طور یکنواخت می‌کشیم تا بدون تغییر در جرم، مقاومت الکتریکی آن ۱۶ برابر شود، شعاع مقطع آن در شرایط جدید چند میلی‌متر است؟

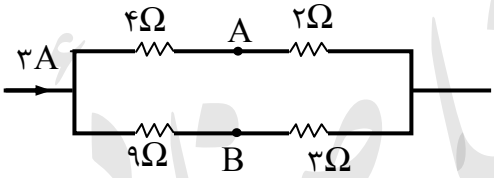
۱) ۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۲

34- در مدار روبه‌رو، مقدار تمامی مقاومت‌ها ۸Ω است. مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B کدام است؟



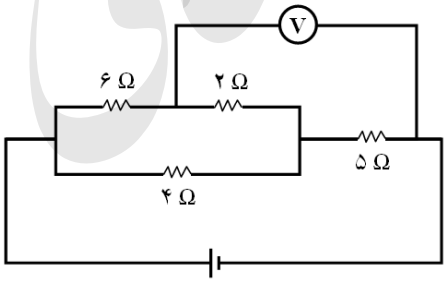
۱) ۴
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۲

35- در شکل زیر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B ($V_A - V_B$) چند ولت است؟



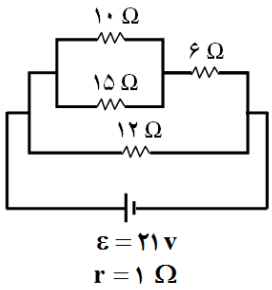
۱) ۲-
۲) ۱-
۳) ۲
۴) ۱

36- در مدار زیر، ولت‌سنج ۸/۵ ولت را نشان می‌دهد. توان مصرفی مقاومت ۴ اهمی، چند وات است؟



۱) ۴
۲) ۱۶
۳) ۱
۴) ۱۲

37- در مدار زیر توان مصرفی مقاومت ۱۰ اهمی، چند وات است؟

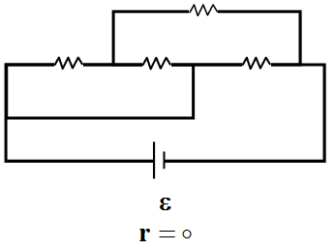


۱) ۲/۴
۲) ۹/۶
۳) ۶/۴
۴) ۸/۱

38- دو لامپ وقتی جداگانه به برق شهر متصل می‌شوند، دارای توان‌های $۵۰W$ و $۷۵W$ هستند. این دو لامپ را به‌طور سری به هم وصل کرده و به برق شهر متصل می‌کنیم. توان لامپ‌ها برحسب وات در این حالت به‌ترتیب از راست به چپ برابر کدام است؟

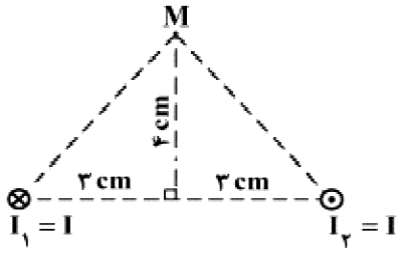
۱) ۱۸ و ۱۲ ۲) ۱۲ و ۱۸ ۳) ۱۸ و ۲۷ ۴) ۲۷ و ۱۸

39- حداکثر توان قابل تحمل هر یک از مقاومت‌های یکسان و ۲ اهمی در شکل زیر ۳۶ وات است. حداکثر توانی را که می‌توان در این مجموعه مصرف کرد تا هیچ‌یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند، چند وات است؟

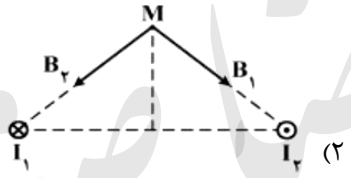


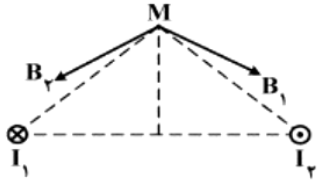
۱) ۴۸
۲) ۶۰
۳) ۷۲
۴) ۹۰

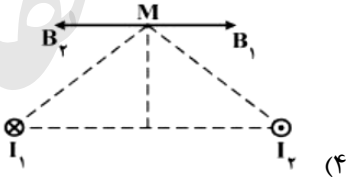
40- دو سیم موازی بسیار بلند، حامل جریان I، مطابق شکل زیر عمود بر صفحه قرار دارند. بردار میدان مغناطیسی هریک از دو سیم در نقطهٔ M در کدام شکل، درست است؟



۱)

۲)


۳)


۴)


#41- تعداد حلقه‌های پیچهٔ مسطحی ۲ برابر تعداد حلقه‌های یک سیملوله بوده و از آن‌ها جریان الکتریکی یکسان می‌گذرد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی ایجاد شده در داخل سیملوله برابر با بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه باشد، طول سیملوله چند برابر قطر پیچه است؟

۱) ۲
۲) ۴
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{۱}{۴}$

42- سرعت الکترونی برحسب متر بر ثانیه $\vec{V} = ۲\times۱۰^{۶}\ \vec{i} + ۵\times۱۰^{۶}\ \vec{j}$ است. این الکترون وارد یک میدان مغناطیسی $\vec{B} = ۴\ \vec{i} - ۵\ \vec{j}$ برحسب تسلا می‌شود. بزرگی نیروی وارد بر الکترون بر حسب نیوتن، کدام است؟
(اندازه بار الکترون $C\ ^{-۱۹}۱/۶\times۱۰$ است.)

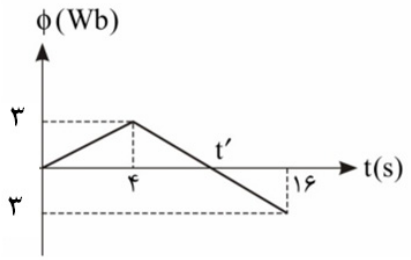
۱) $۴/۸\times۱۰^{-۱۳}$
۲) $۶/۴\times۱۰^{-۱۳}$
۳) $۴/۸\times۱۰^{-۱۲}$
۴) $۶/۴\times۱۰^{-۱۲}$

43- حلقه‌ای به قطر ۴۰cm به‌صورت عمود بر خطوط یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. اگر مقاومت الکتریکی حلقه $۰/۶\Omega$ باشد، میدان مغناطیسی با آهنگ چند تسلا بر ثانیه تغییر کند تا جریان ۱A در حلقه القا شود؟ ($\pi \cong ۳$)

۱) ۲
۲) ۵
۳) ۱۰
۴) ۲۰

رشته ریاضی

44 - نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه نسبت به زمان مطابق شکل زیر است. بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط از لحظهٔ $t_1 = ۶\ s$ تا $t_2 = ۱۲\ s$ ، چند ولت است ؟



۱) ۰/۲۵
۲) ۰/۵
۳) ۲
۴) صفر

45 - در لحظه‌ای که شار عبوری از یک مولد جریان متناوب $\frac{۱}{۲}$ حداکثر آن است، بزرگی نیروی محرکه القایی چه کسری از حداکثر آن است؟

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$
۲) $\frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۴}$
۴) $\frac{۱}{۲}$

دکتر محمدرضا صفائی

فیزیک

1- **گزینه ۲ درست است.**

اعدادی که فاصلهٔ زیادی با بقیه دارند را در میانگین گرفتن دخالت نمی‌دهیم (عدد ۱۴/۵).

$$\text{طول مداد} = \frac{۱۰/۳ + ۱۰/۴ + ۱۰/۲ + ۱۰/۱}{۴} = \frac{۴۱}{۴} = ۱۰/۲۵\text{cm}$$

چون عدد به‌دست آمده دارای دو رقم اعشاری است، ولی خط‌کش ما قابلیت اندازه‌گیری تنها تا یک رقم اعشار را دارد، عدد نهایی را گرد می‌کنیم:

$$\text{طول مداد} = ۱۰/۳\text{cm}$$

2- **گزینه ۱ درست است.**

حجم حفره با حجم آب برابر است:

$$\text{حفره } V = \text{آب } V = \frac{m}{\rho} = \frac{۲۵}{۱} = ۲۵\text{cm}^۳$$

$$\text{فلز } V = \text{مکعب } V - \text{حفره } V = (۵)^۳ - ۲۵ = ۱۰۰\text{cm}^۳$$

$$\text{آب } m = \frac{۵}{۱۰۰}m_{\text{فلز}} = ۲۵\text{g} \Rightarrow \text{فلز } m = ۵۰۰\text{g}$$

$$\text{فلز: محاسبه چگالی } \rho = \frac{m}{\rho} = \frac{۵۰۰}{۱۰۰} = ۵\frac{\text{g}}{\text{cm}^۳}$$

که این واحد با کیلوگرم بر لیتر هم معادل است.

3- **گزینه ۴ درست است.**

اگر کل یخ ذوب شود، چگالی آن $\frac{۱۰}{۹}$ برابر شده و حجم آن $\frac{۹}{۱۰}$ برابر یعنی ۱۰% کاهش می‌یابد:

$$\text{یخ } V = \frac{۹}{۱۰}V_{\text{آب}} \Rightarrow \rho = \frac{m_{\text{ثابت}}}{V_{\text{برابر } \frac{۹}{۱۰}}} \leftarrow \text{برابر } \frac{۱۰}{۹}$$

حال اگر ۴۰% یخ ذوب شود، حجم آن $\frac{۴۰}{۱۰۰} \times ۱۰\%$ یعنی ۴% کاهش خواهد یافت.

4- **گزینه ۲ درست است.**

قطره‌های مایع هنگامی سقوط می‌کنند که وزن آن‌ها از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر شود. با افزایش دما، نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع کاهش یافته و لذا قطرات مایع زودتر و با وزن کمتری سقوط می‌کنند.

5- **گزینه ۱ درست است.**

حجم بخش پایینی ظرف که پر از روغن است $۱۰۰۰\,cm^۳$ است. نکتهٔ مهم در این تست آن است که چون چگالی آب از روغن بیشتر است، آب در زیر روغن قرار گرفته و روغن بالا می‌آید.

$۰/۵$ لیتر آب معادل $۵۰۰cm^۳$ بوده و این مقدار آب تماماً در پایین ظرف قرار می‌گیرد. لذا از کل حجم روغن، $۵۰۰cm^۳$ آن در بالای آب و در بخش پایینی ظرف قرار می‌گیرد و $۵۰۰cm^۳$ باقی‌مانده آن در لوله $۵۰\,cm$ بالا می‌رود:

$۵۰۰ = ۵۰\times h \Rightarrow$ روغن در ظرف $h = ۱۰\,cm$

$۵۰۰ = ۱۰\times h \Rightarrow$ روغن در لوله $h = ۵۰\,cm$

$\Rightarrow$ کل روغن $h = ۶۰\,cm$

حال فشار ناشی از مایعات در دو حالت را محاسبه می‌کنیم:

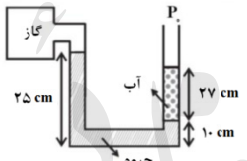
کل اولیه $P = \rho gh$ روغن $= ۸\times ۱۰^۲ \times ۱۰ \times ۰/۲ = ۱۶۰۰Pa$

کل جدید $P = \rho gh$ آب $+ \rho gh$ روغن $\Rightarrow$

کل جدید $P = ۱۰۰۰\times ۱۰\times ۰/۱ + ۸۰۰\times ۱۰\times ۰/۶ = ۵۸۰۰Pa$

این یعنی فشار وارد بر کف $۴۲۰۰Pa$ افزایش می‌یابد.($P_۰$ در دو حالت موجود بوده و در تغییر فشار اثری ندارد.)

6- **گزینه ۳ درست است.**



بهتر است ابتدا آب را حذف و معادل آن، جیوه با فشار برابر جایگزین نمائیم:

ρgh آب ρgh جیوه $\Rightarrow ۱\times ۲۷ = ۱۳/۵\times h \Rightarrow h = ۲cm$

این یعنی اختلاف سطح جیوه در دو طرف $۲۵ - ۱۲ = ۱۳cm$ و معادل با فشار پیمانه‌ای گاز است.

7- **گزینه ۴ درست است.**

در هر دو حالت شناوری و غوطه‌وری جسم تعادل داشته و نیروی وزن آن تنها توسط نیروی شناوری خنثی می‌گردد و این یعنی در هر دو حالت نیروی شناوری با وزن جسم هم‌اندازه است.

8- **گزینه ۳ درست است.**

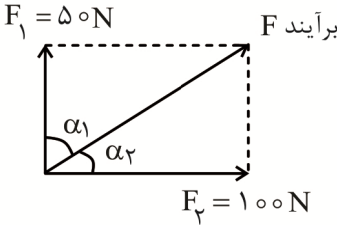
مطابق فرض انرژی جنبشی در هنگام بازگشت $\%۴۹$ یعنی $\frac{۴۹}{۱۰۰}$ انرژی جنبشی اولیه است:

$$k = \frac{۱}{۲}mV^۲ \Rightarrow V_۲ = \frac{۷}{۱۰}V_۱ \Rightarrow V_۲ = \frac{۷}{۱۰}\times ۴۰ \Rightarrow V_۲ = ۲۸\frac{m}{s}$$

$\frac{۴۹}{۱۰۰}$ ثابت $(\frac{۷}{۱۰})^۲$

9- **گزینه ۴ درست است.**

جسم در جهت نیروی برآیند جابه‌جا می‌شود.



$$\left.\begin{array}{l}\cos\alpha_۲ = \frac{۱۰۰}{F}\\ \cos\alpha_۱ = \frac{۵۰}{F}\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\cos\alpha_۲}{\cos\alpha_۱} = ۲$$

محاسبهٔ نسبت کار: $(۴) \leftarrow \omega = F \cdot d \cdot \cos\alpha$ برابر

F: ۲ برابر — d: یکسان — $\cos\alpha$: ۲ برابر

10- **گزینه ۳ درست است.**

از قضیه کار و انرژی بهره می‌گیریم:

$$\text{برآیند } W_t = \begin{cases} W_F + W_{mg} \\ K_۲ - K_۱ \end{cases} \Rightarrow W_F + W_{mg} = k_۲$$

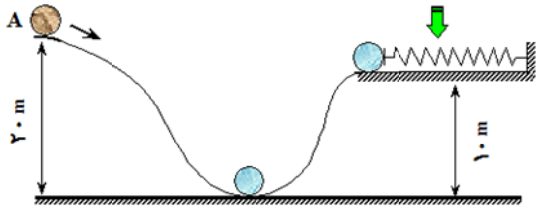
$$W_F - mg\Delta h = \frac{۱}{۲}mV^۲$$

$$\Rightarrow W_F - ۵\times ۱۰\times(۲\times \sin ۳۰) = \frac{۱}{۲}\times ۵\times (۴)^۲ \Rightarrow W_F - ۵۰ = ۴۰ \Rightarrow W_F = ۹۰\,J$$

11- **گزینه ۲ درست است.**

۲۰% انرژی کل اولیه تلف شده و $\frac{۸۰}{۱۰۰}$ آن باقی مانده است:

$$(۱)\ U_{g_۱} + k_۱ \qquad (۲) \begin{cases} U_{g_۲} \\ k_۲ \\ U_{e_۲} \end{cases}$$



$$\frac{۸۰}{۱۰۰}(U_{g_۱} + K_۱) = U_{g_۲} + U_{e_۲} + k_۲$$

$$\frac{۸}{۱۰}(۲\times ۱۰\times ۲۰ + \frac{۱}{۲}\times ۲\times ۱۰۰)$$

$$= ۲\times ۱۰\times ۱۰ + ۱۰۰ + \frac{۱}{۲}\times ۲\times V^۲$$

$$\frac{۸}{۱۰}\times ۵۰۰ = ۳۰۰ + V^۲ \Rightarrow V^۲ = ۱۰۰ \Rightarrow V = ۱۰\frac{m}{s}$$

12- **گزینه ۴ درست است.**

$$\text{انرژی کل : } ۲/۵W \longrightarrow \boxed{\text{موتور}} \begin{cases} \nearrow W \text{ مفید} \\ \searrow \text{انرژی تلف شده } = ۱/۵\,W \end{cases}$$

$$\text{راندمان} = \frac{\text{کار مفید}}{\text{انرژی کل}}\times ۱۰۰ = \frac{W}{۲/۵W}\times ۱۰۰ = \%۴۰$$

13- **گزینه ۱ درست است.**

با توجه به رابطه:

$$L_۲ = \underbrace{L_۱} + \underbrace{L_۱\alpha}.\Delta\theta$$

شیب مقدار اولیه

کافی است به یکسان بودن شیب نمودار در دو حالت توجه شود:

$$\text{شیب} = L_۱ \ . \ \alpha$$

$$\downarrow \qquad \downarrow \qquad \searrow$$

یکسان برابر $\frac{۱}{۲}$ (۲) برابر

14- **گزینه ۲ درست است.**

بدنهٔ سماور نیز همراه با آب به دمای $۱۰۰^\circ C$ می‌رسد. ضمناً توجه کنید $\%۷۰$ گرما به مجموعه می‌رسد :

$$\frac{Ra}{۱۰۰}\times Pt = \underbrace{m_۱C_۱\Delta\theta_۱}_{\text{سماور}} + \underbrace{m_۲C_۲\Delta\theta_۲}_{\text{آب}}$$

$$\frac{۷۰}{۱۰۰}\times ۶۰۰۰\times t = ۴\times ۴۲۰۰\times ۴۰ + ۲\times ۶۰۰\times ۷۰$$

$$\Rightarrow t = ۱۶۰ + ۲۰ = ۱۸۰\,s = ۳ \text{ دقیقه}$$

همهٔ جملات به ۴۲۰۰ قابل ساده‌سازی هستند:

15- **گزینه ۴ درست است.**

L_F یخ ۸۰ برابر C آب است و این یعنی اگر جرم آب و یخ برابر باشد، یخ در خلال ذوب دمای آب را $8^\circ C$ کاهش می‌دهد. این‌که در شرایط فعلی دمای آب $40^\circ C$ کاهش یافته نشان می‌دهد جرم آب ۲ برابر جرم یخ است.

m گرم آب $0^\circ C$	⟵	دمای تعادل	⟵	$2m$ گرم آب $30^\circ C$

$$m \times c \times (\theta_t - 0) + 2m \times c \times (\theta_t - 30) = 0$$

$$\theta_t + 2\theta_t - 60 = 0 \Rightarrow \theta_t = 20^\circ C$$

مطابق انتظار چون جرم آب اولیه ۲ برابر جرم آب حاصل از ذوب یخ است، دمای آن $\frac{1}{2}$ برابر دیگری کاهش یافته است.

16- **گزینه ۳ درست است.**

از فرض مسأله و گزینه‌ها مشخص است که کل بخار به آب تبدیل نشده و ما در نهایت با مخلوط آب و بخار با دمای $100^\circ C$ مواجه هستیم:

آب $46^\circ C$	⟵	آب $100^\circ C$	⟵	بخار $100^\circ C$

$$300 \times c \times 54 - m L_V = 0$$

$$300 \times 54 = m \times 540 \Rightarrow m = 30\,gr$$

این یعنی در پایان ۷۰ گرم بخار باقی می‌ماند.

17- **گزینه ۱ درست است.**

گرمای ویژهٔ آب از خاک بیشتر بوده و لذا آب دیرتر گرمای خود را از دست داده و با بالا رفتن هوای مجاور آب، جریان باد از ساحل به دریا خواهد بود.

18- **گزینه ۴ درست است.**

برای آنکه اختلاف ارتفاع دو طرف $4cm$ شود، می‌بایست جیوه در سمت راست $2cm$ پایین رفته و در سمت چپ $2cm$ بالا رود. لذا در حالت دوم اولاً ارتفاع محفظه هوا به $10\,cm$ می‌رسد و ثانیاً فشار هوای محبوس $4cmHg$ بیشتر از P_0 می‌گردد:

$$\left.\begin{array}{l}(1)\begin{cases}P_1 = 75cmHg\\ V_1 = A \times 8\\ T_1 = 300K\end{cases}\\ (2)\begin{cases}P_2 = 79cmHg\\ V_2 = A \times 10\\ T_2 = ?\end{cases}\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{\overset{1}{\cancel{75}} \times 8}{\underset{4}{\cancel{300}}} = \frac{79 \times 10}{T_2} \Rightarrow 2 = \frac{79 \times 10}{T_2} \Rightarrow T_2 = 395K$$

(این معادل است با $95^\circ C$ افزایش دما)

19- **گزینه ۲ درست است.**

از ارتباط بین تعداد مول بهره می‌گیریم:

هر بار تلمبه $n = x \times n$ کل

$$\Rightarrow \frac{P.V}{\cancel{R}T} = x \times \frac{P'.V'}{\cancel{R}T'} \Rightarrow \frac{4 \times 20}{\underset{10}{\cancel{300}}} = x \times \frac{1 \times 0/4}{\underset{9}{\cancel{2/7}}} \Rightarrow 8 = x\frac{0/4}{9} \Rightarrow x = \frac{9 \times 8}{0/4} = 180$$

20- **گزینه ۱ درست است.**

فرآیند انبساطی بوده و کار دستگاه روی محیط منفی و کار محیط روی دستگاه مثبت است.

برای محاسبهٔ کار از سطح زیر نمودار بهره می‌گیریم:

$$W' = \left[\frac{(۴۰۰+۱۰۰)\times۲}{۲} + \frac{(۱۰۰+۲۰۰)\times۲}{۲}\right]\times۱۰^{۳}\ Pa\times۱۰^{-۳}\ m^{۳} \Rightarrow W' = ۸۰۰J$$

$$\Rightarrow W' = ۸۰۰J$$

21- **گزینه ۱ درست است.**

حرکت بدون اصطکاک پیستون نشانهٔ هم‌فشار بودن فرآیند است. در فرآیند هم‌فشار اولاً همواره Q و Δu هم‌علامت هستند و ثانیاً بین اندازهٔ Δu ، Q و W نسبت‌های ۲,۷,۵ برقرار است. کل $\Delta u = \frac{۵}{۷}Q = ۲۵۰\,J$

22- **گزینه ۴ درست است.**

اگر فرآیند هم‌دما باشد، کل گرمای داده شده صرف انجام کار شده و دما و انرژی درونی ثابت می‌ماند. توجه کنید ممکن است فرآیند هم‌فشار و هم‌حجم باشد که نشانه غلط بودن گزینه‌های ۲ و ۳ است.

23- **گزینه ۳ درست است.**

شیب نمودار $P-V$ فرآیند بی‌دررو همواره از هم‌دما بیشتر بوده و لذا فرآیند CA بی‌دررو است.

$$\Delta u = ۰ \Rightarrow \underset{A\to B}{\Delta u} + \underset{B\to C}{\Delta u} + \underset{C\to A}{\Delta u} = ۰$$

بی‌دررو هم‌حجم هم‌دما

$$\Rightarrow ۰ + \underset{B\to C}{Q} + \frac{۳}{۲}nR\Delta T = ۰$$

$$\Rightarrow \underset{B\to C}{Q} + \frac{۳}{۲}\times۲\times۸\times۵۰ = ۰ \Rightarrow \underset{B\to C}{Q} = -۱۲۰۰J$$

24- **گزینه ۳ درست است.**

$$n = \frac{|w|}{Q_H}\times۱۰۰$$

$$n = \%۲۰ \Rightarrow |w| = \frac{۲}{۱۰}Q_H \quad , |Q_C| = \frac{۸}{۱۰}Q_H$$

$$n = \%۳۰ \Rightarrow |w| = \frac{۳}{۱۰}Q_H \quad , |Q_C| = \frac{۷}{۱۰}Q_H$$

حال درصد $|Q_C|$ در حال دوم به اول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{درصد} = \frac{۷}{۸}\times۱۰۰ = \%۸۷/۵$$

این معادل است با $\%۱۲/۵$ کاهش

25- **گزینه ۲ درست است.**

بار الکتریکی هستهٔ یون و اتم خنثی باهم برابر است: $(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ c = ۱/۶\times۱۰^{-۱۳}\ \mu C)$

$$q = n.e \Rightarrow n = z = \frac{q}{e} = \frac{۴/۸\times۱۰^{-۱۲}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۳}} = ۳۰$$

26- **گزینه ۴ درست است.**

تنها در صورتی بعد از تماس نیروی بین دو بار در همان فاصله می‌تواند کاهش یابد که بار اولیهٔ آن‌ها ناهم‌نام باشد.

بار اولیه : $\left\{\begin{matrix} x \\ -y \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۸\times ۱۰^{-۱} = ۹\times ۱۰^{۹}\times \frac{xy\times ۱۰^{-۱۲}}{۹\times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow xy = ۸$

بار ثانویه : $\left\{\begin{matrix} \frac{x-y}{۲} \\ \frac{x-y}{۲} \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۱۰^{-۱} = ۹\times ۱۰^{۹}\times \frac{(\frac{x-y}{۲})^{۲}\times ۱۰^{-۱۲}}{۹\times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow x-y = ۲$

می‌توان با ترکیب دو معادلهٔ به‌دست آمده، x و y را استخراج نمود. این دو بار می‌توانند $۴\mu C$ و $-۲\mu C$ باشند.

27- **گزینه ۱ درست است.**

قدر مطلق بار دو کره در حالت دوم $Q-۳$ خواهد بود:

$$\left.\begin{matrix} \text{ابتدا}: ۶۰۰ = K\times \frac{Q^{۲}}{r^{۲}} \\ \text{سپس}: ۴۰۰ = k\times \frac{(Q-۳)^{۲}}{r^{۲}} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{۳}{۲} = (\frac{Q}{Q-۳})^{۲}$$

جذر از دو طرف : $\frac{۱/۷}{۱/۴} = \frac{۱۷}{۱۴} = \frac{Q}{Q-۳} \Rightarrow Q = ۱۷\mu C$

(اگر بار دو کره از ابتدا هم‌نام باشد $Q = ۳\sqrt{۳}\mu C$ می‌گردد.)

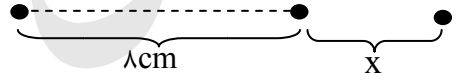
28- **گزینه ۲ درست است.**

برای دو بار هم‌نام، صفر شدن میدان برآیند در نقطه‌ای بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر محقق شده و برای دو بار ناهمنام این اتفاق در خارج فاصلهٔ آن‌ها رقم می‌خورد. ولی در هر دو حالت باید میدان حاصل از دو بار در آن نقطه هم‌اندازه باشد.

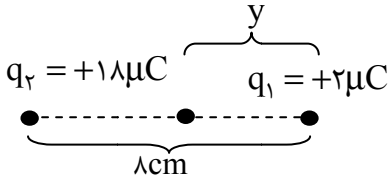
برای تحقق این موضوع کافی است نسبت بارها توان ۲ نسبت فاصله‌ها باشد:

$E = K\frac{q}{r^{۲}}$ ← ۱ برابر ، $\frac{\text{۹ برابر}}{(\text{۳ برابر})^{۲}}$

پس در هر دو حالت فاصلهٔ بار بزرگ‌تر ۳ برابر فاصلهٔ بار کوچک‌تر است.



در حالت اولیه : $۸ + x = ۳\times x \Rightarrow x = ۴cm$



در حالت جدید : $۸ - y = ۳y \Rightarrow y = ۲cm$

این دو موقعیت $۶cm$ از هم فاصله دارند.

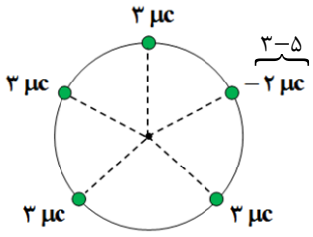
29- **گزینه ۱ درست است.**

فرض مسأله نشان می‌دهد میدان بار $q_۱$ در حالت اولیه $\frac{۵}{۴}\vec{E}$ در خلاف جهت میدان $q_۲$ است.

خلاف جهت بودن میدان دو بار در نقطه‌ای بین آن‌ها نشان می‌دهد دو بار هم‌نام‌اند.

$$E = K\frac{q}{r^2} \leftarrow \begin{matrix} q \rightarrow \text{۵ برابر} \\ r^2 \rightarrow \text{یکسان} \end{matrix} \text{ ۵ برابر} \qquad \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = +5$$

30- **گزینه ۳ درست است.**



اگر تمامی بارها $3\mu C$ باشند، میدان برآیند به‌دلیل تقارن کامل بارها در مرکز صفر است. اینک که یکی از بارها $-2\mu C$ است، می‌توانیم آن را معادل $(3-5)\mu C$ در نظر بگیریم. میدان بارهای $3\mu C$ یکدیگر را خنثی می‌کنند و تنها $-5\mu C$ می‌ماند:

$$E = K\frac{|q|}{r^2} \Rightarrow E = 9\times10^9 \times \frac{5\times10^{-6}}{9\times10^{-2}} = 500\frac{KN}{C}$$

31- **گزینه ۳ درست است.**

$$|\Delta V| = \left|\frac{\Delta u}{q}\right| = \frac{2\mu J}{0/4\mu C} = 5V$$

کاهش انرژی پتانسیل بار در حرکت از A به B نشان می‌دهد بار مثبت فوق در جهت مورد علاقهٔ خود یعنی در جهت میدان حرکت کرده که می‌دانیم پتانسیل الکتریکی در جهت میدان کاهش می‌یابد:

$$\Rightarrow V_B = 50 - 5 = 45V$$

32- **گزینه ۲ درست است.**

مصرف شدن انرژی برای جابه‌جایی بار نشان می‌دهد که این بار الکتریکی به زور و از صفحهٔ $(-)$ به صفحهٔ $(+)$ منتقل شده است و این امر اندازه بار دو صفحه را $4\mu C$ افزایش می‌دهد:

$$u_2 = u_1 + 8 \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{(q+4)^2}{5} = \frac{1}{2}\frac{q^2}{5} + 8 \Rightarrow \cancel{q^2} + 8q + 16 = \cancel{q^2} + 80 \Rightarrow q = 8\mu C$$

33- **گزینه ۱ درست است.**

در اثر کشیدن سیم، حجم آن تغییری نمی‌کند و لذا طول و سطح مقطع سیم می‌بایست به نسبت عکس هم تغییر کنند:

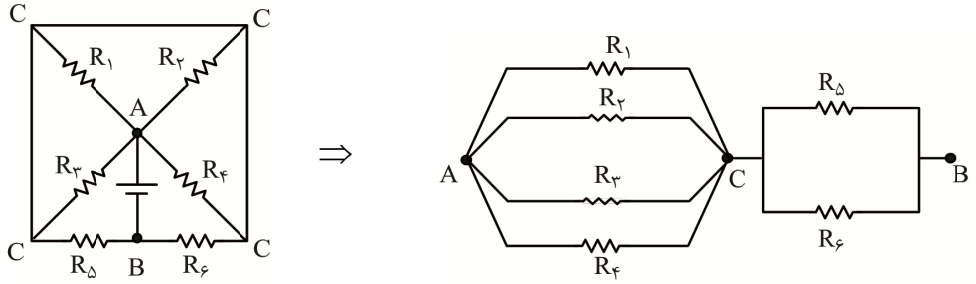
$$16 = K^2 \leftarrow R = \rho\frac{L}{A} \begin{matrix} \rightarrow K = 4 & \text{برابر} \\ \rightarrow \frac{1}{K} = \frac{1}{4} & \text{برابر} \end{matrix}$$

برای $\frac{1}{4}$ برابر شدن سطح مقطع باید شعاع آن $\frac{1}{2}$ برابر شود:

$$\underset{\frac{1}{4}}{A} = \pi \underset{(\frac{1}{2})^2}{r^2} \Rightarrow \underset{\text{جدید}}{r} = \frac{1}{2}\times 2 = 1mm$$

34- **گزینه ۲ درست است.**

بهتر است نقاط هم‌پتانسیل را مشخص و مدار را مجدداً رسم کنید:



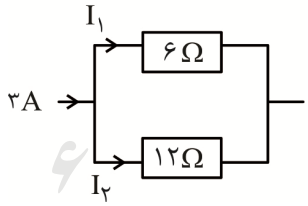
$$\Rightarrow \quad A \text{ —}[2\Omega]\text{— } C \text{ —}[4\Omega]\text{— } B$$

معادل $R = ۲ + ۴ = ۶\Omega$

توجه کنید برای محاسبهٔ مقاومت معادل n مقاومت موازی و مشابه از رابطهٔ $\frac{R}{n}$ استفاده کرده‌ایم.

35- **گزینه ۴ درست است.**

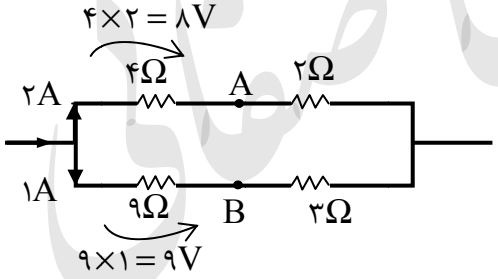
در اتصال موازی جریان کل به نسبت عکس مقاومت شاخه‌ها تقسیم می‌گردد:



$$I_۱ = \frac{۲}{۳} \times ۳A = ۲A$$

$$I_۲ = \frac{۱}{۳} \times ۳A = ۱A$$

حال می‌توان تغییرات پتانسیل روی هر مقاومت را به کمک رابطهٔ $V = RI$ محاسبه نمود:

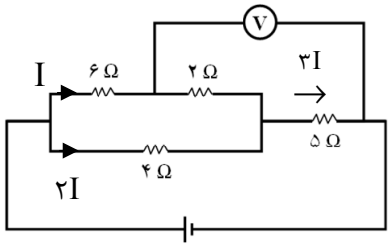


$$\Rightarrow \quad V_A - V_B = +۱V$$

در شاخهٔ بالا پتانسیل $۸V$ و در شاخهٔ پایین $۹V$ کاهش یافته که این نشان می‌دهد پتانسیل نقطهٔ A به اندازهٔ ۱ ولت از پتانسیل B بیشتر است.

36- **گزینه ۱ درست است.**

در اتصال موازی مقاومت شاخهٔ بالا ۲ برابر شاخه پایین بوده و لذا جریان آن نصف خواهد بود. ضمناً عدد ولت‌متر مجموع تغییرات ولتاژ بین دو نقطه است:



$$V = ۲ \times I + ۵ \times ۳I = ۸/۵ \Rightarrow I = \frac{۱}{۲}A$$

این یعنی از مقاومت ۴Ω جریان $۱A$ می‌گذرد:

$$P = RI^۲ = ۴ \times (۱)^۲ = ۴W$$

37- **گزینه ۴ درست است.**

برای محاسبهٔ مقاومت معادل اتصال موازی هر تعداد مقاومت، می‌توانید عددی را که به همگی آن‌ها بخش‌پذیر باشد در صورت کسر قرار داده و نسبت آن به تک‌تک مقاومت‌ها را در مخرج کسر قرار دهید:

معادل موازی $R = \frac{\text{عدد دلخواه}}{n+m+...}$

معادل ۱۰Ω و ۱۵Ω $R = \frac{۳۰}{۲+۳} = ۶\Omega$

شاخهٔ بالا $R = ۶+۶ = ۱۲\Omega$

معادل مدار خارجی $R = \frac{۱۲}{۱+۱} = ۶\Omega \Rightarrow$ کل مدار $I = \frac{V_{\text{کل}}}{R_{\text{کل}}} = \frac{۲۱}{۶+۱} = ۳A$

این جریان ابتدا بین دو شاخهٔ موازی به نسبت مساوی تقسیم و $۱/۵A$ وارد شاخهٔ بالایی می‌گردد و در ادامه بین ۱۰Ω و ۱۵Ω به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌گردد:

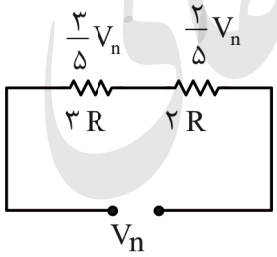
$$I(۱۰\Omega) = \frac{۳}{۵} \times ۱/۵A = ۰/۹A$$

$$P = RI^۲ \Rightarrow P = ۱۰ \times (\frac{۹}{۱۰})^۲ = ۸/۱W$$

38- **گزینه ۱ درست است.**

هنگامی‌که لامپ‌ها جداگانه به برق شهر متصل می‌شوند، ولتاژ برابر داشته و این یعنی طبق رابطهٔ $P = \frac{V^۲}{R}$ توان آن‌ها با مقاومت آن‌ها رابطهٔ عکس دارد. این یعنی مقاومت لامپ‌ها $۵۰W$ و $۷۵W$ برابر $۳R$ و $۲R$ است. هنگامی‌که این دو را به‌صورت مساوی به هم متصل می‌کنیم، ولتاژ کل به نسبت مقاومت‌ها بین آن‌ها تقسیم می‌گردد.

با معلوم شدن سهم ولتاژ، نسبت توان به توان اولیه قابل تشخیص است:

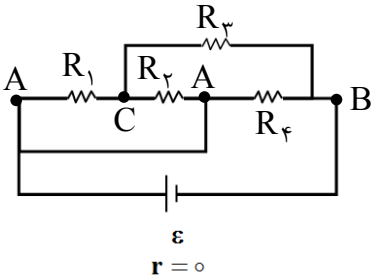


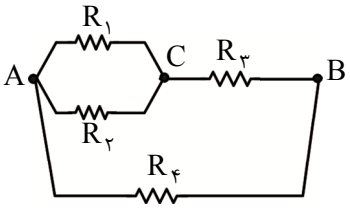
برای اولی: $\boxed{\frac{۹}{۲۵}} \leftarrow P = \frac{V^۲ \rightarrow (\frac{۳}{۵})^۲}{R \rightarrow \text{ثابت}} \Rightarrow P_۱ = \frac{۹}{۲۵} \times ۵۰ = ۱۸W$

برای دومی: $\boxed{\frac{۴}{۲۵}} \leftarrow P = \frac{V^۲ \rightarrow (\frac{۲}{۵})^۲}{R \rightarrow \text{ثابت}} \Rightarrow P_۲ = \frac{۴}{۲۵} \times ۷۵ = ۱۲W$

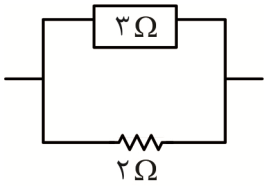
39- **گزینه ۲ درست است.**

ابتدا با نام‌گذاری پتانسیل نقاط مختلف، مدار را مجدداً رسم می‌کنیم:





مقاومت $R_۴$ با کل مجموعه موازی بوده و حداکثر ولتاژ و توان را خواهد داشت، لذا توان کل شاخه بالایی را یکجا محاسبه می‌کنیم:



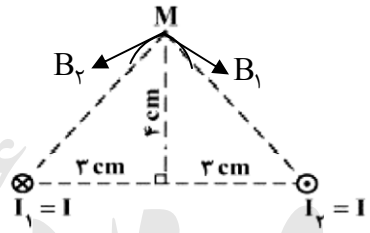
$$P=\frac{V^۲}{R}\leftarrow \begin{matrix}\text{برابر } \frac{۲}{۳} \\ \text{برابر } \frac{۳}{۲}\end{matrix} \rightarrow \text{برابر}$$

$$\Rightarrow \text{شاخه بالایی } P=\frac{۲}{۳}\times ۳۶W=۲۴W$$

$$\Rightarrow \text{کل مجاز } P=۳۶+۲۴=۶۰W$$

40- **گزینه ۳ درست است.**

با استفاده از قانون دست راست به مرکز هر سیم کمانی را در نقطهٔ M رسم و مماس بر آن میدان هر سیم مشخص می‌شود. مماس بر هر دایره بر شعاع آن عمود است و چون زاویهٔ رأس بالایی حاده است، مماس‌ها در بیرون شکل واقع می‌گردند.



41- **گزینه ۳ درست است.**

$$\Rightarrow \text{پیچه } B_۱=B_۲ \text{ سیم‌لوله}$$

$$\frac{\mu_۰}{۲}\times\frac{I}{r_۱}\times N_۱=\mu_۰\times\frac{N_۲}{L}\times I \quad (N_۱ \text{ برابر } ۲)$$

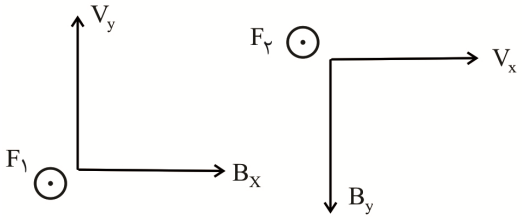
$$\text{ساده‌سازی}\Rightarrow \frac{۱}{r_۱}=\frac{۱}{L}\Rightarrow r_۱=۱L\Rightarrow \text{قطر}=۲r_۱=۲L\Rightarrow L=\frac{۱}{۲}\times \text{قطر}$$

42- **گزینه ۳ درست است.**

در محاسبهٔ نیروی وارده از طرف B_x تنها v_y اثر داشته و در محاسبهٔ نیروی وارده از طرف B_y تنها V_x اثر می‌گذارد:

$$F_۱=q.v_y.B_X.\sin ۹۰=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۵\times۱۰^{۶}\times۴=۳/۲\times۱۰^{-۱۲}\ N$$

$$F_۲=q.v_x.B_y.\sin ۹۰=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۲\times۱۰^{۶}\times۵=۱/۶\times۱۰^{-۱۲}\ N$$



جهت هر دو نیرو برون‌سو (عمود بر صفحه به‌طرف خارج) است.

$$\Rightarrow F_{\text{برآیند}}=F_۱+F_۲=۴/۸\times۱۰^{-۱۲}\ N$$

43- **گزینه ۲ درست است.**

حلقه $A = \pi r^{۲} = ۳ \times (\frac{۲}{۱۰})^{۲} = ۰/۱۲ m^{۲}$

القایی $I = \frac{N}{R}.A.\boxed{\frac{\Delta B}{\Delta t}} \rightarrow$ آهنگ تغییر میدان $= ?$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{I.R}{N \times A} = \frac{۱ \times ۶ \times ۱۰^{-۱}}{۱ \times ۱۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۵ \frac{T}{S}$$

44- **گزینه ۲ درست است.**

آهنگ تغییرشمار در بازهٔ زمانی ۴s تا ۱۶s ثابت است و معادل شیب خط است.

$$|\bar{\varepsilon}| = N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = ۱ \times \frac{۶}{۱۲} = ۰/۵ v$$

برای محاسبهٔ $\frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$ که همان شیب نمودار است، تغییرات عمودی در بازهٔ ۴s تا ۱۶s را به تغییرات افقی تقسیم نموده‌ایم.

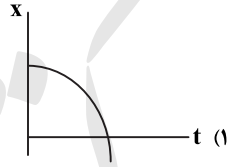
45- **گزینه ۱ درست است.**

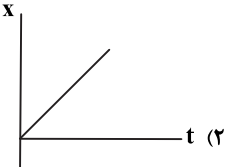
کافی است توجه کنید شار مغناطیسی با کسینوس تغییر می‌کند و نیروی محرکهٔ القایی با سینوس:

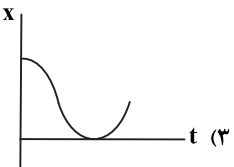
$$\phi = \phi_{max}.\cos\alpha \Rightarrow |\frac{\phi}{\phi_{max}}| = \cos\alpha = \frac{۱}{۲}$$

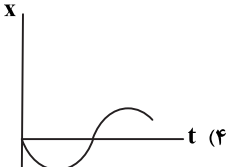
$$\varepsilon = \varepsilon_{max}.\sin\alpha \Rightarrow |\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{max}}| = \sin\alpha = \frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

1- با توجه به نمودارهای مکان- زمان، در کدام نمودار، سرعت لحظه‌ای متحرک در مبدأ مکان برابر صفر است؟

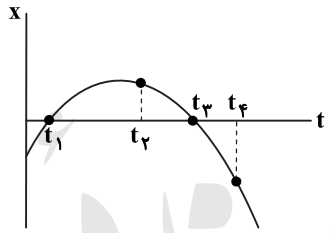
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

2- نمودار مکان- زمان در یک حرکت بر خط راست مطابق شکل است. در کدام بازهٔ زمانی، اندازهٔ سرعت متوسط کوچک‌تر از سایر گزینه‌ها است؟



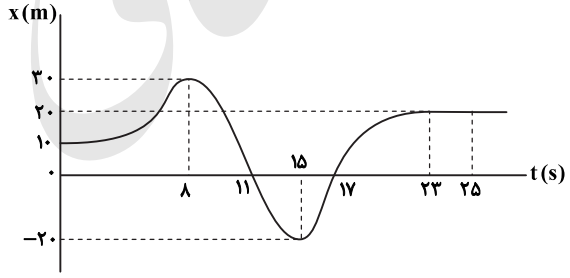
۱) (t_1, t_4)

۲) (t_1, t_3)

۳) (t_2, t_3)

۴) (t_3, t_4)

3- نمودار مکان- زمان متحرکی که روی خط راست (محور x) حرکت می‌کند، مطابق شکل است. برای مدت $t = 0$ تا $t = 25\,s$ کدام مورد درست است؟



۱) تندی متوسط $۰/۴\frac{m}{s}$ و شتاب متوسط صفر است.

۲) تندی متوسط $۴/۴\frac{m}{s}$ و شتاب متوسط صفر است.

۳) سرعت متوسط $۰/۴\frac{m}{s}$ و شتاب متوسط $۰/۴\frac{m}{s^2}$ است.

۴) سرعت متوسط $۴/۴\frac{m}{s}$ و شتاب متوسط صفر است.

4- یک قطار با تندی ثابت ۱۰۸ کیلومتر بر ساعت بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند و از یک تونل عبور می‌کند. (از لحظهٔ ورود ابتدای قطار به تونل تا خروج تمام قطار از تونل، ۲۵ ثانیه طول می‌کشد.) اگر طول تونل ۶۰۰ متر باشد، چند ثانیه کل قطار در داخل تونل بوده است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۵ ۴) ۱۵

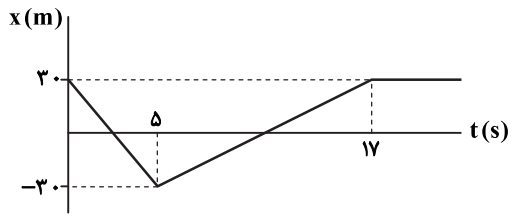
محل انجام محاسبات

دکتر محمدرضا صفایی

5 – مطابق شکل، دو اتومبیل از روبه‌رو با تندی‌های ثابت $v_1 = ۴۰\frac{m}{s}$ و $v_2 = ۲۰\frac{m}{s}$ بر مسیر مستقیم به طرف یکدیگر در حرکت هستند و بعد از ۲ دقیقه از کنار هم می‌گذرند. چند ثانیه بعد از آنکه دو اتومبیل از کنار هم عبور کردند، اتومبیل (۲) به نقطهٔ شروع اتومبیل (۱) (نقطهٔ A) می‌رسد؟

۱) ۱۸۰
۲) ۲۴۰
۳) ۳۶۰
۴) ۷۲۰

6 – نمودار مکان– زمان در یک حرکت بر خط راست به‌شکل زیر است. شتاب متوسط در مدت $t_1 = ۴\,s$ تا $t_2 = ۱۰\,s$ چند متر بر مربع ثانیه است؟

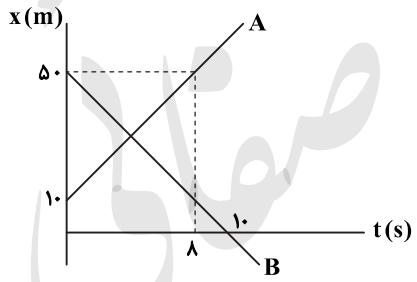


۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{۱۷}{۳}$
۴) $\frac{۱۷}{۶}$

7 – رانندهٔ خودرویی فاصلهٔ بین دو شهر را باید در مدت زمان معینی طی کند. چنانچه با تندی $۱۲۰\frac{km}{h}$ براند، ۲۰ دقیقه زودتر می‌رسد و چنانچه با تندی $۸۰\frac{km}{h}$ حرکت کند، ۲۰ دقیقه دیرتر می‌رسد. برای آنکه به موقع برسد تندی حرکت او باید چند کیلومتر بر ساعت باشد؟

۱) ۹۶
۲) ۹۸
۳) ۱۰۰
۴) ۱۰۲

8 – نمودار مکان– زمان دو متحرک که روی یک خط راست حرکت می‌کنند، مطابق شکل است. دو متحرک در چه مکانی برحسب متر به هم می‌رسند؟



۱) ۲۵
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

9 – متحرکی روی یک دایره به شعاع ۲۰ متر با تندی ثابت حرکت می‌کند. اگر متحرک $\frac{۳}{۴}$ محیط دایره را در مدت ۱۰ ثانیه طی کند، اندازهٔ شتاب متوسط این متحرک در این مدت چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(\pi \simeq ۳)$

۱) $۰/۴\sqrt{۲}$
۲) $۰/۹\sqrt{۲}$
۳) ۰/۹
۴) ۰/۴

10 – متحرکی بر روی خط راست حرکت می‌کند. این متحرک $\frac{۱}{۳}$ مسیری را با تندی v و بقیهٔ مسیر را با تندی $۳v$ طی می‌کند و سپس $\frac{۱}{۲}$ مسیر را با تندی $۲v$ بازمی‌گردد. بزرگی سرعت متوسط متحرک در کل این مدت چند برابر تندی متوسط آن است؟

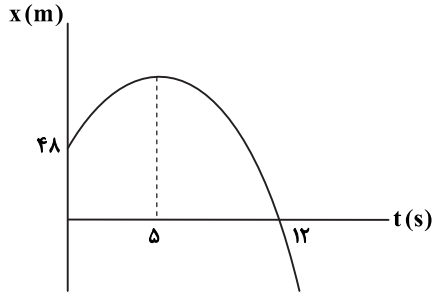
۱) ۱
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۱}{۳}$
۴) $\frac{۲}{۳}$

11 – یک اتومبیل، از حال سکون از نقطهٔ A با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم به طرف نقطهٔ B در فاصلهٔ ۲۰۰ متری از نقطهٔ A به حرکت درمی‌آید. اگر ۷۲ متر آخر این مسیر را در مدت ۲ ثانیه طی کند، اندازهٔ شتاب اتومبیل چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۴

محل انجام محاسبات

12 – سهمی شکل روبه‌رو، نمودار مکان- زمان متحرکی است که روی خط راست حرکت می‌کند. این متحرک از شروع حرکت $(t = ۰)$ تا $t = ۱۲\,s$ چه مسافتی طی می‌کند؟



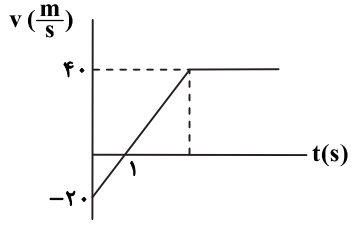
۱) $۱۹۶\,m$

۲) $۱۴۸\,m$

۳) $۱۲۸\,m$

۴) $۹۶\,m$

13 – نمودار سرعت- زمان برای متحرکی که در مبدأ زمان در مکان $x_{۰} = -۵۰\,m$ است به‌صورت شکل زیر رسم شده است. در چه لحظه‌ای این متحرک به مبدأ مکان می‌رسد؟



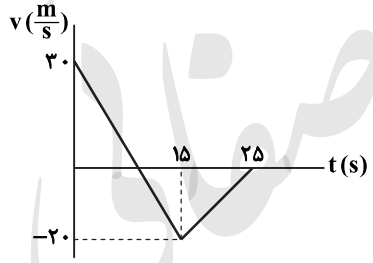
۱) $t = ۵\,s$

۲) $t = ۱/۵\,s$

۳) $t = ۳/۵\,s$

۴) $t = ۲/۷۵\,s$

14 – متحرکی روی خط راست حرکت می‌کند و نمودار سرعت- زمان آن به‌شکل روبه‌رو است. این متحرک در مدتی که حرکت کندشونده است، چند متر را طی می‌کند؟



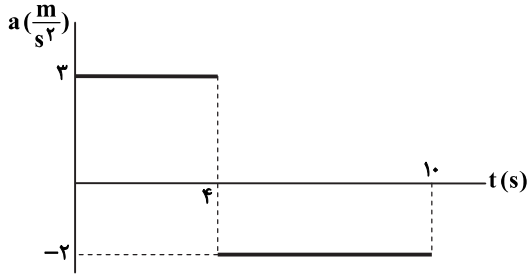
۱) ۲۳۵

۲) ۱۹۵

۳) ۱۶۵

۴) ۱۳۵

15 – نمودار شتاب- زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، به‌شکل روبه‌رو است. اگر جابه‌جایی متحرک در مدت $t_{۱} = ۰$ تا $t_{۲} = ۱۰$ برابر ۲۴۰ متر باشد، اندازهٔ سرعت متحرک در $t = ۰$ چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۶

۲) ۱۲

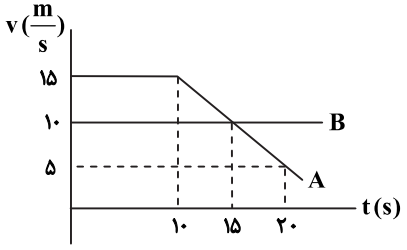
۳) ۱۸

۴) ۲۴

محل انجام محاسبات

t.me

16 - دو متحرک A و B همزمان از یک محل روی محور x حرکت می‌کنند و نمودار سرعت- زمان آن‌ها مطابق شکل روبه‌رو است. در لحظهٔ $t = ۲۰s$ فاصله دو متحرک چند متر است؟



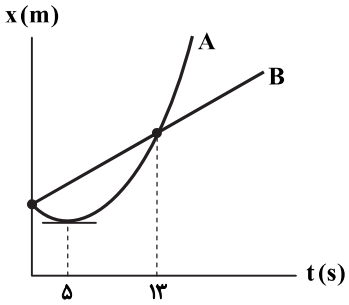
۱) ۱۰۰

۲) ۵۰

۳) ۷۵

۴) ۱۵۰

17 - مطابق شکل، نمودار مکان- زمان متحرک A یک سهمی و نمودار مکان- زمان متحرک B یک خط راست است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟



۱) سرعت دو متحرک A و B در $t = ۶/۵\,s$ برابر است.

۲) در مدت $t = ۰$ تا $t = ۱۳\,s$، شتاب متوسط دو متحرک A و B برابر است.

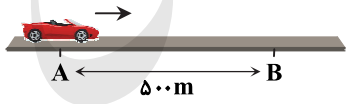
۳) در مدت $t = ۰$ تا $t = ۱۳\,s$، جابه‌جایی متحرک A بیشتر از جابه‌جایی متحرک B است.

۴) سرعت دو متحرک A و B در $t = ۱۳\,s$ برابر است.

18 - معادلهٔ مکان- زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $x = ۳t^۲ - ۳۰t + ۱۲$ است. در بازهٔ زمانی $t = ۰$ تا $t = ۱۰s$ تندی متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟

۱) صفر ۲) ۲۰ ۳) ۱۵ ۴) ۷/۵

19 - اتومبیلی با شتاب ثابت $۲\,\frac{m}{s^۲}$ روی خط راست حرکت می‌کند و از A تا B را در مدت ۲۰ ثانیه طی می‌کند. سرعت اتومبیل هنگام عبور از نقطهٔ B چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۵۵

۲) ۲۵

۳) ۳۵

۴) ۴۵

20 - متحرکی با شتاب ثابت و بدون سرعت اولیه از نقطهٔ A به حرکت درمی‌آید و در ادامهٔ مسیر به نقطهٔ B و سپس C می‌رسد و فاصلهٔ ۱۲۰ متری BC را در مدت ۱۰ ثانیه طی می‌کند. اگر سرعت متحرک در نقطهٔ C، $۲۰\,\frac{m}{s}$ باشد، فاصلهٔ بین A و B چند متر است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۲/۵

محل انجام محاسبات

21 - جسمی را در خلأ رها می‌کنیم و در ۲ ثانیهٔ آخر سقوط تا رسیدن به زمین ۵۰ متر را طی می‌کند. سرعت برخورد جسم به زمین چند متر بر ثانیه است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۳۵ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۵

22 - سنگی از ارتفاع h نسبت به زمین رها می‌شود. اگر تندی متوسط آن در $\frac{h}{۳}$ اول مسیر برابر با $۱۰\frac{m}{s}$ باشد، ارتفاع h چند متر است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر شود.)

۱) ۹۰ ۲) ۴۵ ۳) ۱۲۰ ۴) ۶۰

23 - گلوله‌ای از ارتفاع h از سطح زمین رها می‌شود. اگر اندازهٔ سرعت متوسط گلوله در ۳۰ متر آخر سقوط آن، ۱۵ متر بر ثانیه باشد، ارتفاع h چند متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۳۱/۲۵ ۴) ۴۵

محل انجام محاسبات

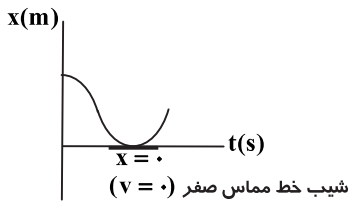
#رشته ریاضی

دکتر محمدرضا صفائی

دکتر محمدرضا صفائی

1- پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

سرعت لحظه‌ای برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان است. باید در لحظه‌ای که $x = 0$ است، خط مماس بر نمودار، شیب صفر داشته باشد که فقط در گزینهٔ ۳ این اتفاق افتاده است.



2- پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: ساده * فیزیک ۳ (فصل ۱)

در لحظه‌های $t = t_1$ و $t = t_3$ مکان متحرک یکسان است و جابه‌جایی در این بازهٔ زمانی صفر است، پس سرعت متوسط هم صفر است.

$$x(t_1) = x(t_3) \Rightarrow \Delta x = 0 \Rightarrow v_{av(t_1,t_3)} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0$$

3- پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

شیب خط مماس بر نمودار مکان- زمان برابر سرعت لحظه‌ای است.

$$v(0) = v(25\,s) = 0 \Rightarrow a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-0}{25} = 0$$

تندی متوسط برابر است با:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{(30-10)+|-20-30|+(20-(-20))}{25} = \frac{110}{25} = 4/4\,\frac{m}{s}$$

سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(25\,s)-x(0)}{25} = \frac{20-10}{25} = 0/4\,\frac{m}{s}$$

4- پاسخ: گزینهٔ ۴ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

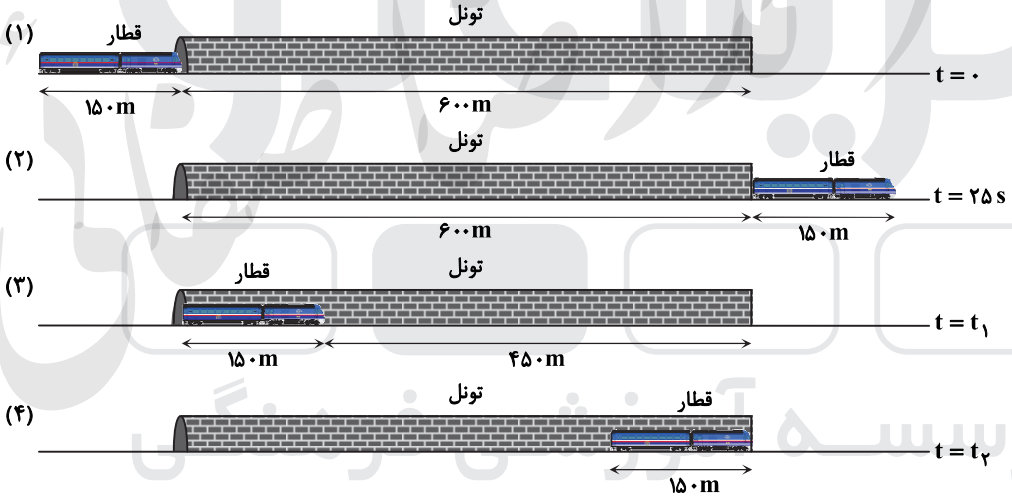
$$108\,\frac{km}{h} \xrightarrow{\div 3/6} 30\,\frac{m}{s} \Rightarrow \Delta x = v_0 \Delta t = 30 \times 25 = 750\,m$$

۷۵۰ متر حاصل جمع طول تونل و طول قطار بوده و در نتیجه طول قطار ۱۵۰ متر است.

شکل‌های (۱) و (۲) عبور کامل قطار از تونل را نشان می‌دهند که در این مدت قطار ۷۵۰ متر پیش می‌رود.

مدتی که قطار، کاملاً داخل تونل است از t_1 تا t_2 است که در این مدت، قطار ۴۵۰ متر پیش می‌رود.

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{450}{30} = 15\,s$$



5- پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

راه‌حل اول:

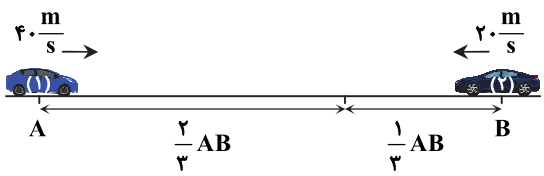
$$x = vt + x_0 \Rightarrow \left.\begin{matrix} x_1 = 40t \\ x_2 = -20t + x_B \end{matrix}\right\} \xrightarrow[t=120\,s]{x_1 = x_2} 40 \times 120 = -20 \times 120 + x_B \Rightarrow x_B = 60 \times 120 = 7200\,m$$

$$x_2 = 0 \Rightarrow -20t + 7200 = 0 \Rightarrow t = 360\,s$$

در $t = 120\,s$ دو اتومبیل از کنار هم عبور کردند و در $t = 360\,s$ اتومبیل (۲) به A رسید؛ یعنی ۲۴۰ ثانیه بعد از آن.

راه‌حل دوم:

با توجه به اینکه تندی v_1 دو برابر v_2 است در جایی که به هم می‌رسند $\frac{2}{3}AB$ از A فاصله دارد. پس اتومبیل (۲) دو برابر مسافتی که طی کرده بوده باید طی کند یعنی ۲ برابر زمان قبلی طول می‌کشد که ۲×۱۲۰ می‌شود ۲۴۰ ثانیه.



6 - پاسخ: گزینهٔ ۴ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

در مدت $t=۰$ تا $t=۵s$ حرکت یکنواخت و با سرعت ثابت است، پس:

$$v_{t=۴s}=v_{av(۰,۵s)}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-۳۰-۳۰}{۵}=-۱۲\frac{m}{s}$$

در مدت $t=۵s$ تا $t=۱۷s$ حرکت یکنواخت و با سرعت ثابت است، بنابراین:

$$v_{t=۱۰s}=v_{av(۵s,۱۷s)}=\frac{۳۰-(-۳۰)}{۱۷-۵}=\frac{۶۰}{۱۲}=۵\frac{m}{s}$$

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_{۱۰}-v_{۴}}{۱۰-۴}=\frac{۵-(-۱۲)}{۶}=\frac{۱۷}{۶}\frac{m}{s^{۲}}$$

7 - پاسخ: گزینهٔ ۱ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

فرض می‌کنیم برای آنکه به موقع برسد به‌اندازهٔ زمان Δt باید با تندی v حرکت کند. فاصلهٔ دو شهر را برابر با Δx قرار می‌دهیم و از معادلهٔ حرکت با سرعت ثابت استفاده می‌کنیم.

$$x=vt+x_{۰}\Rightarrow\Delta x=v\Delta t\Rightarrow\begin{cases}\text{وقتی ۲۰ دقیقه زودتر می‌رسد}:\Delta x=(۱۲۰\frac{km}{h})\left[t-(\frac{۲۰}{۶۰}h)\right]\\ \text{وقتی ۲۰ دقیقه دیرتر می‌رسد}:\Delta x=(۸۰\frac{km}{h})\left[t+(\frac{۲۰}{۶۰}h)\right]\end{cases}\Rightarrow ۱۲۰t-۴۰=۸۰t+\frac{۸۰}{۳}\Rightarrow t=\frac{۵}{۳}h$$

$$\Delta x=۱۲۰(\frac{۵}{۳}-\frac{۲۰}{۶۰})=۱۶۰km$$

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۱۶۰km}{\frac{۵}{۳}h}=۹۶\frac{km}{h}$$

8 - پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

هر دو نمودار مکان- زمان به‌صورت خط راست هستند، یعنی هر دو حرکت یکنواخت روی خط راست است.

$$x=vt+x_{۰}$$

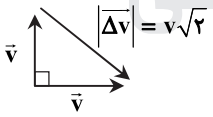
$$A: x_{۰}=+۱۰m \text{ و } v=v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۵۰-۱۰}{۸}=۵\frac{m}{s}\Rightarrow x_A=۵t+۱۰$$

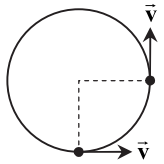
$$B: x_{۰}=+۵۰m \text{ و } v=v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۰-۵۰}{۱۰}=-۵\frac{m}{s}\Rightarrow x_B=-۵t+۵۰$$

به هم رسیدن دو متحرک $\Rightarrow x_A=x_B\Rightarrow ۵t+۱۰=-۵t+۵۰\Rightarrow ۱۰t=۴۰\Rightarrow t=۴s$

$$x_A=x_B=-۵\times۴+۵۰=۳۰m$$

9 - پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)





$$d=\frac{۳}{۴}\times۲\pi R=\frac{۳}{۴}\times۶\times۲۰=۹۰m$$

$$\Delta t=\frac{d}{v}\Rightarrow\frac{۹۰}{v}=۱۰\Rightarrow v=۹\frac{m}{s}$$

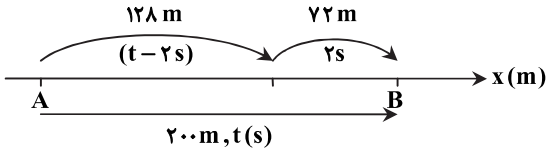
$$\vec{a}_{av}=\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}\Rightarrow|\vec{a}_{av}|=\frac{|\overrightarrow{\Delta v}|}{\Delta t}=\frac{۹\sqrt{۲}}{۱۰}=۰/۹\sqrt{۲}\frac{m}{s^{۲}}$$

10 - پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

$$\left.\begin{aligned}|v_{av}|&=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{d-\frac{۱}{۲}d}{\Delta t_۱+\Delta t_۲+\Delta t_۳}=\frac{\frac{۱}{۲}d}{\Delta t}\\ s_{av}&=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{d+\frac{۱}{۲}d}{\Delta t_۱+\Delta t_۲+\Delta t_۳}=\frac{\frac{۳}{۲}d}{\Delta t}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\frac{|v_{av}|}{s_{av}}=\frac{\frac{۱}{۲}d}{\frac{۳}{۲}d}=\frac{۱}{۳}$$

مؤسسه آموزشی فرهنگیان

11 - پاسخ: گزینهٔ ۴ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)



$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_\circ t \Rightarrow \begin{cases} 128 = \frac{1}{2}a(t-2)^2 \\ 200 = \frac{1}{2}at^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{64}{100} = (\frac{t-2}{t})^2 \Rightarrow \frac{t-2}{t} = \frac{8}{10} \Rightarrow t = 10s$$

$$200 = \frac{1}{2}a \times 10^2 \Rightarrow a = 4\frac{m}{s^2}$$

12 - پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_\circ t + x_\circ \ , \ x_\circ = 48\,m$$

$$v = at + v_\circ \ , \ v(5) = 0 \Rightarrow 5a + v_\circ = 0$$

$$x(12) = 0 \Rightarrow 72a + 12v_\circ + 48 = 0 \Rightarrow 6a + v_\circ = -4$$

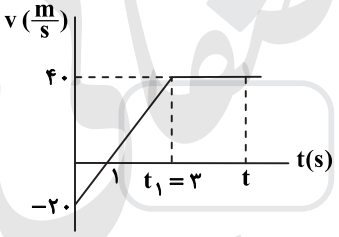
$$\begin{cases} 5a + v_\circ = 0 \\ 6a + v_\circ = -4 \end{cases} \Rightarrow a = -4\frac{m}{s^2} \ , \ v_\circ = 20\frac{m}{s}$$

$$x(5) = \frac{1}{2} \times (-4) \times 25 + 5 \times 20 + 48 = 98\,m$$

$$d = |98 - 48| + |0 - 98| = 50 + 98 = 148\,m$$

13 - پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

برای رسیدن متحرک به مبدأ مکان باید $x = 0$ گردد، یعنی $\Delta x = +50m$، پس باید مساحت زیر نمودار سرعت- زمان برابر $+50m$ شود. با توجه به اینکه در قسمت اول، حرکت شتاب ثابت است، می‌توانیم لحظه‌ای که سرعت به $40\frac{m}{s}$ رسیده را حساب کنیم.



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{0 - (-20)}{1} = 20\frac{m}{s^2}$$

$$20 = \frac{40 - (-20)}{t_1} \Rightarrow t_1 = 3\,s$$

و یا اینکه از تشابه مثلث‌ها استفاده کنیم و در این‌صورت داریم:

$$\frac{20}{1} = \frac{40}{t_1 - 1} \Rightarrow t_1 = 3\,s$$

$$x(3) - x(0) = \frac{-1 \times 20}{2} + \frac{2 \times 40}{2} = 30\,m \Rightarrow x(3) = -20\,m$$

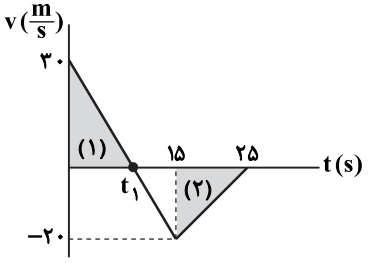
در $t = 3\,s$ هنوز به $x = 0$ نرسیده است.

$$x(t) = 0 \Rightarrow (t-3) \times 40 = 0 - (-20) \Rightarrow t - 3 = 0/5 \Rightarrow t = 3/5\,s$$

14 - پاسخ: گزینهٔ ۱ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

هرگاه اندازهٔ سرعت کم شود، نمودار $v-t$ به محور افقی نزدیک می‌شود و حرکت کندشونده است، پس حرکت در دو قسمت کندشونده است؛ یکی از $t = 0$ تا $t = t_1$ و دیگری از $t = 15\,s$ تا $t = 25\,s$.

ابتدا محاسبهٔ t_1 و S_1:



$$\frac{30 - (-20)}{30 - 0} = \frac{15}{t_1} \Rightarrow \frac{50}{30} = \frac{15}{t_1} \Rightarrow t_1 = 9s \Rightarrow S_1 = \frac{30 \times 9}{2} = 135$$

$$\ell = S_1 + S_2 = 135 + \frac{10 \times 20}{2} = 235\,m$$

15 - پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

راه‌حل اول:

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta t \quad و \quad v = at + v_0$$

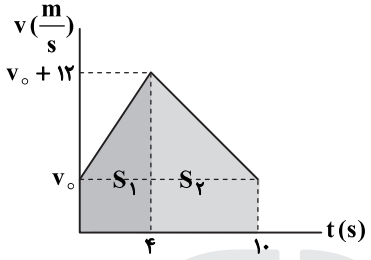
$$\Delta x_1 = \frac{v(0) + v(4)}{2} \times 4 = \frac{v(0) + (v(0) + 4 \times 3)}{2} \times 4 = 2\left[2v(0) + 12\right] = 4v(0) + 24$$

$$\Delta x_2 = \frac{v(4) + v(10)}{2} \times 6 = \frac{v(4) + (v(4) - 2 \times 6)}{2} \times 6 = \frac{v(4) + (v(4) - 12)}{2} \times 6 = \frac{v(0) + 12 + v(0)}{2} \times 6 = 6v(0) + 36$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 \Rightarrow 240 = 10v(0) + 60 \Rightarrow v(0) = 18 \frac{m}{s}$$

راه‌حل دوم:

مساحت زیر نمودار $v - t$ در هر بازهٔ زمانی با جابه‌جایی در آن بازهٔ زمانی برابر است:

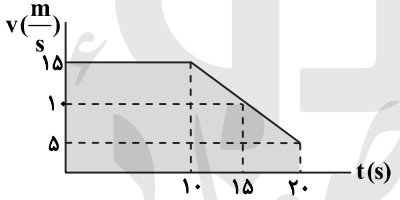


$$240 = \frac{v_0 + (12 + v_0)}{2} \times 4 + \frac{(v_0 + 12) + v_0}{2} \times 6 = 5(2v_0 + 12)$$

$$\Rightarrow 36 = 2v_0 \Rightarrow v_0 = 18 \frac{m}{s}$$

16 - پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

فاصلهٔ دو متحرک یعنی $|x_A - x_B|$ که چون از یک محل شروع به حرکت می‌کنند برابر است با $|\Delta x_A - \Delta x_B|$ از سوی دیگر Δx برابر است با مساحت زیر نمودار سرعت- زمان.

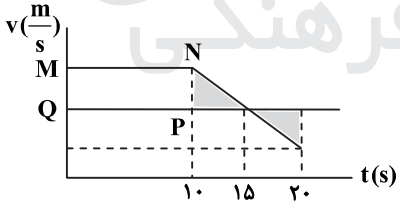


$$S_A = 10 \times 15 + \frac{(5 + 15) \times 10}{2} = 150 + 100 = 250 m$$

$$S_B = 20 \times 10 = 200 m$$

$$|\Delta x_A - \Delta x_B| = 250 - 200 = 50 m$$

البته تفاضل مساحت‌ها را به‌صورت روبه‌رو هم می‌توانستیم تشخیص دهیم. دو قسمت هاشورزده شده هم مساحت هستند، پس تفاضل مساحت‌های زیر نمودار سرعت-زمان برابر مساحت مستطیل MNPQ است.



$$10 \times (15 - 10) = 50 m$$

17 - پاسخ: گزینهٔ ۱ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

- حرکت متحرک A با شتاب ثابت انجام می‌شود و شتاب آن صفر نیست. حرکت متحرک B بدون شتاب است؛ پس شتاب متوسط آن‌ها در هیچ بازهٔ زمانی برابر نیست.
- جابه‌جایی و سرعت متوسط دو متحرک در مدت $t = 0$ تا $t = 13 s$ برابر است.
- در یک حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط در مدت t_1 تا t_2 برابر است با سرعت لحظه‌ای در وسط بازهٔ t_1 تا t_2. یعنی در اینجا برای متحرک A می‌توان گفت که سرعت در لحظهٔ $t = 6/5 s$ با سرعت متوسط در مدت $t = 0$ تا $t = 13 s$ برابر است و آن هم با v_B برابر است.

$$v_{av} = \frac{v(t_1) + v(t_2)}{2} = \frac{(at_1 + v_0) + (at_2 + v_0)}{2} : \text{سرعت متوسط در مدت } t = t_1 \text{ تا } t = t_2$$

$$\Rightarrow a\left(\frac{t_1 + t_2}{2}\right) + v_0 = v\left(\frac{t_1 + t_2}{2}\right) = \text{سرعت در لحظهٔ وسط } t_1 \text{ و } t_2$$

18 ـ پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)

مسافت طی‌شده روی خط راست، برابر مجموع بزرگی جابه‌جایی‌های متحرک قبل و بعد از تغییر جهت است.

$$x = ۳t^۲ - ۳۰t + ۱۲ \xrightarrow{x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰} a = ۶\frac{m}{s^۲},\ v_۰ = -۳۰\frac{m}{s},\ x_۰ = ۱۲m$$

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = ۶t - ۳۰ \xrightarrow{v=۰} t = ۵s$$

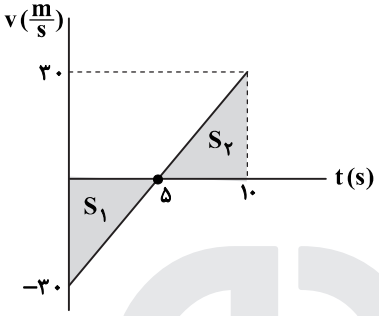
متحرک در $t = ۵s$ تغییر جهت داده است. بنابراین مسافت طی‌شده در بازهٔ $(۰,۱۰s)$ برابر مجموع اندازهٔ جابه‌جایی‌های متحرک در بازه‌های $(۰,۵s)$ و $(۵s,۱۰s)$ است.

$$\ell = |x_{۵s} - x_۰| + |x_{۱۰s} - x_{۵s}| = ۷۵ + ۷۵ = ۱۵۰m$$

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{۱۵۰}{۱۰} = ۱۵\frac{m}{s}$$

راه‌حل دوم:

مسافت طی‌شده در یک حرکت برابر مجموع سطح‌های محصور به نمودار سرعت و محور زمان است.



$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = ۶t - ۳۰$$

با رسم نمودار $v-t$ و محاسبهٔ سطح محصور بین نمودار و محور زمان داریم:

$$\ell = S_۱ + S_۲ = ۲S_۱ = ۲\times ۷۵ = ۱۵۰m$$

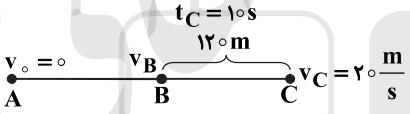
$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{۱۵۰}{۱۰} = ۱۵\frac{m}{s}$$

19 ـ پاسخ: گزینهٔ ۴ ▲ مشخصات سؤال: ساده * فیزیک ۳ (فصل ۱)

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t = \frac{۱}{۲}\times ۲\times ۲۰^۲ + ۲۰v_A \Rightarrow ۵۰۰ = ۴۰۰ + ۲۰v_A \Rightarrow v_A = ۵\frac{m}{s}$$

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v_B = ۲۰\times ۲ + ۵ = ۴۵\frac{m}{s}$$

20 ـ پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: دشوار * فیزیک ۳ (فصل ۱)



$$\Delta x = v_{av}.\Delta t \Rightarrow \Delta x = \frac{v_B + v_C}{۲}\Delta t \Rightarrow ۱۲۰ = \frac{v_B + ۲۰}{۲}\times ۱۰$$

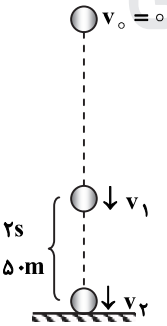
$$\Rightarrow v_B = ۴m/s$$

$$v_C = at + v_B \Rightarrow ۲۰ = a\times ۱۰ + ۴ \Rightarrow a = ۱/۶m/s^۲$$

$$v_B^۲ - v_A^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۴^۲ - ۰ = ۲\times ۱/۶\times AB \Rightarrow AB = ۵m$$

21 ـ پاسخ: گزینهٔ ۱ ▲ مشخصات سؤال: ساده * فیزیک ۳ (فصل ۱)

بین دو نقطهٔ (۱) و (۲) داریم:

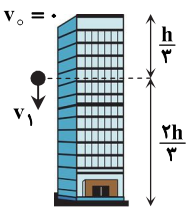


$$v_۲ = gt + v_۱ \Rightarrow v_۱ = v_۲ - ۱۰\times ۲ = v_۲ - ۲۰$$

$$\Delta y = v_{av}.t = \frac{v_۱ + v_۲}{۲}t$$

$$\Rightarrow ۵۰ = \frac{v_۲ - ۲۰ + v_۲}{۲}\times ۲ \Rightarrow v_۲ = ۳۵\frac{m}{s}$$

22 ـ پاسخ: گزینهٔ ۴ ▲ مشخصات سؤال: متوسط * فیزیک ۳ (فصل ۱)



$$s_{av} = |v_{av}| = \left|\frac{۰ + v_۱}{۲}\right| = ۱۰ \Rightarrow |v_۱| = ۲۰\frac{m}{s}$$

$$v^۲ = -۲g\Delta y \Rightarrow ۲۰^۲ = -۲۰(-\frac{h}{۳})$$

$$\Rightarrow \frac{h}{۳} = ۲۰ \Rightarrow h = ۶۰m$$

$$\left.\begin{array}{l} v_2^2 - v_1^2 = 2g\Delta y = 2\times 10\times 30 = 600 \\ v_{av} = \dfrac{v_2+v_1}{2} = 15 \Rightarrow v_1+v_2 = 30\dfrac{m}{s} \end{array}\right\} \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = (v_2-v_1)\underbrace{(v_2+v_1)}_{30} = 600 \Rightarrow v_2 - v_1 = 20\dfrac{m}{s}$$

$$\left.\begin{array}{l} v_2 - v_1 = 20\dfrac{m}{s} \\ v_2 + v_1 = 30\dfrac{m}{s} \end{array}\right\} \Rightarrow v_2 = 25\dfrac{m}{s} \text{ و } v_1 = 5\dfrac{m}{s}$$

$v_2 = 25\dfrac{m}{s}$ تندی گلوله در پایان سقوط آن است.

$$v_2^2 - 0 = 2gh \Rightarrow 625 = 20h \Rightarrow h = 31/25\,m$$

(جهت مثبت محور حرکت را روبه‌پایین در نظر گرفته‌ایم.)

دکتر محمدرضا صفائی

فیزیک ۳: دینامیک و حرکت دایره‌ای: صفحه‌های ۲۹ تا ۶۰ — وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

1 - در مورد نیروی وزن، چند مورد از عبارت‌های زیر درست بیان شده‌اند؟

الف) وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود.

ب) جهت وزن همواره به طرف مرکز زمین است.

پ) وزن یک جسم در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین، یکسان است.

ت) وزن یک جسم به جرم زمین بستگی ندارد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

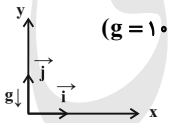
2 - سه نیروی افقی ۹، ۱۲ و ۱۷ نیوتونی به جسمی به جرم $2kg$ وارد می‌شوند و جسم در حال سکون بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد. اگر ناگهان نیروی ۱۷ نیوتونی حذف شود، پس از ۴ ثانیه اندازهٔ تکانهٔ جسم متحرک چند واحد SI خواهد شد؟

۱) ۳۴ ۲) ۶۸ ۳) ۴۲ ۴) ۸۴

3 - گلوله‌ای به جرم m به‌صورت عمودی رو به بالا پرتاب می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا ثابت فرض شود و اندازهٔ شتاب گلوله قبل از رسیدن به بالاترین ارتفاع a_1، در بالاترین ارتفاع a_2 و در حرکت رو به پایین a_3 بنامیم، کدام مقایسه صحیح است؟

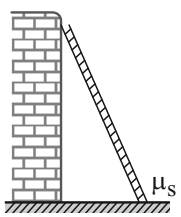
۱) $a_1 = a_2 = a_3$ ۲) $a_1 > a_2 > a_3$ ۳) $a_1 = a_3 > a_2$ ۴) $a_1 = a_3 < a_2$

4 - جسمی روی سطحی افقی با تندی اولیه $10\frac{m}{s}$ در جهت محور x پرتاب می‌شود. اگر نیرویی که سطح افقی به جسم وارد می‌کند در SI به‌صورت $\vec{R} = -30\vec{i} + 120\vec{j}$ باشد، جسم پس از پیمودن چه مسافتی برحسب متر متوقف می‌شود؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



۱) ۲۰ ۲) ۲ ۳) ۱۰ ۴) ۵

5 - مطابق شکل یک نردبان یکنواخت به جرم m به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده و نردبان در آستانهٔ لغزش است. اگر نیرویی که دیوار بر نردبان وارد می‌کند، $\vec{F}_{N_1}$ و نیروی عمودی که سطح زمین بر آن وارد می‌کند، $\vec{F}_{N_2}$ باشد، نسبت $\frac{F_{N_2}}{F_{N_1}}$ کدام است؟ (ضریب اصطکاک ایستایی نردبان و سطح زمین μ_s است.)

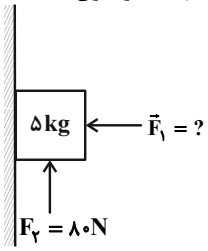


۱) μ_s ۲) $\frac{1}{\mu_s}$

۳) ۱ ۴) به جرم نردبان بستگی دارد.

محل انجام محاسبات

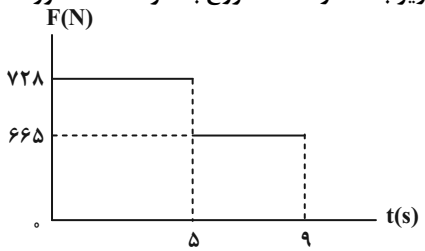
6 - در شکل زیر، اگر جسم ۵ کیلوگرمی در آستانهٔ حرکت به سمت بالا باشد، اندازهٔ اختلاف دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ چند نیوتون است؟



$(\mu_s = ۰/۵, g = ۱۰\frac{N}{kg})$

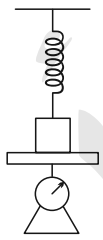
۱) ۶۰
۲) ۱۰۰
۳) ۸۰
۴) ۲۰

7 - شخصی به جرم ۷۰kg درون آسانسور ساکنی روی یک نیروسنج ایستاده است. اگر بعد از شروع به حرکت آسانسور تا لحظه‌ای که می‌ایستد، نمودار عددی که نیروسنج نشان می‌دهد بر حسب زمان مطابق شکل زیر باشد، از لحظهٔ شروع به حرکت آسانسور تا لحظه‌ای که می‌ایستد، آسانسور چند متر را طی می‌کند؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) ۴
۲) ۵
۳) ۹
۴) اطلاعات مسأله کافی نیست.

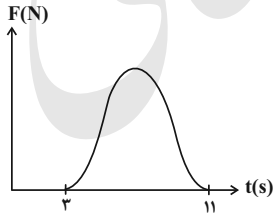
8 - مطابق شکل زیر، جسمی روی ترازویی قرار گرفته و فنری با جرم ناچیز به آن متصل شده است. اگر فنر به اندازهٔ x فشرده شود ترازو عدد ۴۸N و اگر فنر به اندازه x کشیده شود ترازو عدد ۳۶N را نشان خواهد داد. جرم جسم چند کیلوگرم است؟



$(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

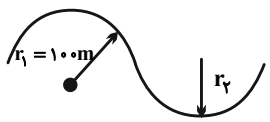
۱) ۶
۲) ۰/۶
۳) ۴۲
۴) ۴/۲

9 - نمودار نیروی خالص وارد بر یک جسم برحسب زمان مطابق شکل زیر است. اگر مساحت زیر منحنی معادل ۶۰ واحد SI باشد، مقدار نیروی خالص متوسط وارد شده بر جسم در این بازهٔ زمانی چند نیوتون است؟



۱) ۷/۵
۲) ۵
۳) ۱۵
۴) ۲۰

#10 - شکل زیر مسیر حرکت اتومبیلی را در دو پیچ متوالی و افقی نشان می‌دهد. اگر حداکثر تندی مجاز اتومبیل در پیچ بزرگ‌تر ۲۵ درصد بیشتر از حداکثر تندی مجاز در پیچ کوچک‌تر باشد، شعاع پیچ کوچک‌تر چند متر است؟ (ضریب اصطکاک ایستایی در کل مسیر ثابت است.)



۱) ۸۰
۲) ۶۰
۳) ۶۴
۴) ۳۲

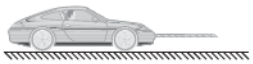
محل انجام محاسبات

#رشته ریاضی

11 - از انتهای فنری به طول $40\,cm$ که به سقف آسانسوری ساکن، متصل است وزنه‌ای آویزان می‌کنیم و طول فنر به $50\,cm$ می‌رسد. اگر آسانسور با شتاب ثابتی به بزرگی $4\,m/s^2$ رو به بالا شروع به حرکت کند، طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(g = 10\,N/kg)$

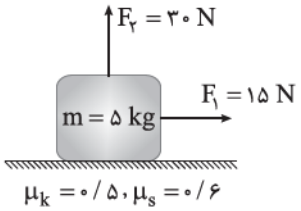
۱) ۳۶ ۲) ۴۶ ۳) ۵۴ ۴) ۶۴

12 - در شکل زیر، کامیونی توسط یک طناب، خودرویی به جرم $800\,kg$ را روی سطح افقی به سمت راست می‌کشد. اگر بزرگی نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودرو به ترتیب $820\,N$ و $180\,N$ باشد و تندی خودرو پس از $25\,m$ جابه‌جایی از $18\,km/h$ به $9\,km/h$ برسد، اندازهٔ نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟ $(g = 10\,N/kg)$



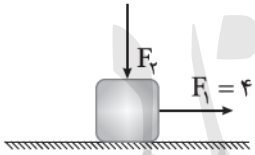
۱) ۷۰۰ ۲) ۹۰۰ ۳) ۱۳۰۰ ۴) ۲۸۸۸

13 - در شکل مقابل، جسم تحت اثر نیروی افقی $\vec{F}_1$ و نیروی قائم $\vec{F}_2$، روی سطح افقی و در مبدأ زمان، شروع به حرکت می‌کند. اگر در لحظهٔ $t = 4\,s$ نیروی $\vec{F}_2$ حذف شود، از مبدأ زمان تا لحظه‌ای که جسم متوقف می‌شود، مسافت طی‌شده توسط آن چند متر است؟ $(g = 10\,N/kg)$



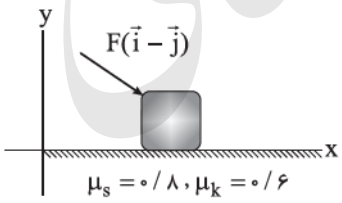
۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۱/۵۲ ۴) ۵/۷۶

14 - در شکل زیر، جسم ۲کیلوگرمی تحت تأثیر نیروی افقی $\vec{F}_1$ و نیروی قائم $\vec{F}_2$ با شتاب ثابتی به بزرگی $5\,m/s^2$ روی سطح افقی، شروع به حرکت می‌کند. اگر اندازهٔ نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر با $50\,N$ باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ $(g = 10\,N/kg)$



۱) ۰/۴ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۷۵

15 - مطابق شکل مقابل، به جسمی به جرم m که روی سطح افقی ساکن است، نیروی $\vec{F}(\vec{i} - \vec{j})$ در SI را وارد می‌کنیم، به طوری که مقدار F در حال افزایش است. شتاب جسم بلافاصله پس از شروع حرکت، چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(\vec{g} = (-10\,N/kg)\,\vec{j})$

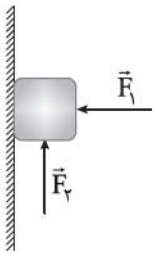


۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۵ ۴) ۱۰

محل انجام محاسبات

@konkurbanks

16 – در شکل مقابل، جسمی توسط نیروی افقی ثابت $\vec{F}_1$ به دیوار قائمی به ضریب اصطکاک ایستایی $\frac{1}{3}$ تکیه داده شده است. در ابتدا اندازهٔ نیروی قائم $\vec{F}_2$ برابر $4\,N$ و جسم در آستانهٔ حرکت است. اگر اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$ به تدریج افزایش یابد و به $16\,N$ برسد، جسم دوباره در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد. در این حالت، اندازهٔ نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، چند نیوتون است؟



۱) $6\sqrt{5}$ ۲) $6\sqrt{10}$ ۳) $12\sqrt{5}$ ۴) $12\sqrt{10}$

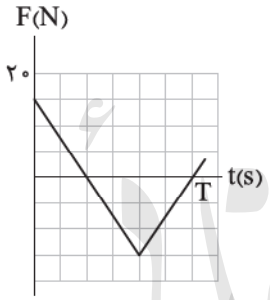
17 – از سطح زمین چند کیلومتر فاصله بگیریم تا اندازهٔ شتاب گرانشی $6/6\,N/kg$ کاهش یابد؟ ($g = 9/8\,N/kg$ و شعاع کرهٔ زمین $6400\,km$ است.)

۱) ۱۶۰۰ ۲) ۴۸۰۰ ۳) ۱۱۲۰۰ ۴) ۱۲۸۰۰

18 – در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، اندازهٔ تکانهٔ جسمی به جرم ۵۰ کیلوگرم، ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. اگر در این بازه، کار کل انجام‌شده روی جسم $36\,J$ باشد، اندازهٔ تکانهٔ جسم در لحظهٔ t_2 چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

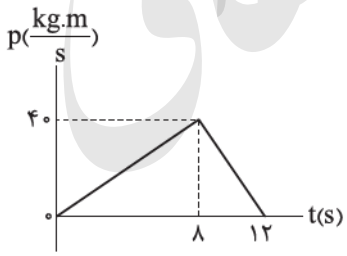
۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

19 – نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی که در راستای محور x حرکت می‌کند، برحسب زمان به شکل زیر است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در T ثانیهٔ اول برحسب نیوتون کدام است؟



۱) $2/5\vec{i}$
۲) $-2/5\vec{i}$
۳) $7/5\vec{i}$
۴) $-7/5\vec{i}$

20 – جسم ساکنی تحت تأثیر دو نیروی هم‌راستای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ در مبدأ زمان شروع به حرکت کرده و در لحظهٔ $t = 8\,s$ نیروی $\vec{F}_1$ حذف می‌شود. اگر نمودار تکانه ـ زمان جسم به صورت مقابل باشد، اندازهٔ نیروی $\vec{F}_1$ برحسب نیوتون کدام است؟



۱) ۵ ۲) ۱۰
۳) ۱۵ ۴) ۲۰

محل انجام محاسبات

@konkurbanks

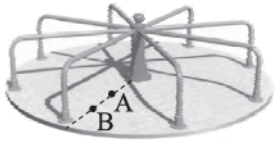
21 - دو ماهوارهٔ A و B روی مدارهای دایره‌ای‌شکل در حال حرکت به دور زمین هستند. اگر اندازهٔ شتاب مرکزگرای ماهوارهٔ A، ۴ برابر اندازهٔ شتاب مرکزگرای ماهوارهٔ B باشد، دورهٔ تناوب گردش ماهوارهٔ B به دور زمین چند برابر دورهٔ گردش ماهوارهٔ A به دور زمین است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$ ۴) $۲\sqrt{۲}$

22 - خودرویی در یک پیچ دایره‌ای مسطح و افقی به شعاع R، با تندی ثابت $۱۵\,m/s$ در حال حرکت است. اگر اندازهٔ نیرویی که سطح افقی به خودرو وارد می‌کند، ۲۵ درصد بیشتر از وزن خودرو باشد، R برابر چند متر است؟ $(g = ۱۰\,N/kg)$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۹۰

23 - در شکل زیر، فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B از مرکز دیسک‌گردان به ترتیب $۱m$ و $۲m$ است. اگر دیسک با آهنگ ثابت $۳۰\,rpm$ حول مرکز خود دوران کند، به ترتیب از راست به چپ تندی نقطهٔ A و اندازهٔ شتاب نقطهٔ B در SI کدام است؟ $(\pi = ۳)$



۱) ۳، ۱۸ ۲) ۱۲، ۱۸
۳) ۳، ۴/۵ ۴) ۱۲، ۴/۵

24 - جسمی به جرم $۵۰۰\,g$ با تندی ثابت روی محیط دایره‌ای به شعاع $۸m$ در حال حرکت است. اگر اندازهٔ شتاب جسم $۲\,m/s^۲$ باشد، اندازهٔ تغییر تکانهٔ جسم در مدت $۳s$ چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۲ ۲) $۲\sqrt{۲}$ ۳) ۴ ۴) صفر

25 - انرژی جنبشی ماهواره‌ای که در فاصلهٔ ۳۶۰۰ کیلومتری سطح زمین، روی مدار دایره‌ای‌شکل، با تندی ثابت حرکت می‌کند، برابر با $۲۰\,MJ$ است. در این حالت وزن ماهواره چند نیوتون است؟ (شعاع کرهٔ زمین $۶۴۰۰\,km$ است.)

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

محل انجام محاسبات

رشته ریاضی

@konkurbanks

فیزیک ۳

1- **گزینهٔ «۳»** *(غلامرضا محبی)*

وزن یک جسم همان نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود، همواره به‌طرف مرکز زمین است و به جرم زمین بستگی دارد و هم‌چنین وزن یک جسم در ارتفاع‌های متفاوت از سطح زمین، یکسان نیست.

(فیزیک ۳ - دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۳۵ و ۳۶)

2- **گزینهٔ «۲»** *(مسعود قره‌خانی)*

وقتی سه نیروی افقی به جسمی وارد شوند و جسم در حال سکون روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد، یعنی برایند آن‌ها برابر صفر است. پس برایند دو نیروی ۹ و ۱۲ نیوتونی برابر همان ۱۷ نیوتون است (فقط در جهت معکوس). پس:

$$F_{net} = ۱۷N$$

$$F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow ۱۷ = \frac{\Delta p}{۴} \Rightarrow \Delta p = ۶۸ \frac{kg.m}{s}$$

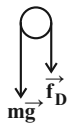
$$\xrightarrow{v_۰ = ۰ \Rightarrow p_۰ = ۰} p_۱ = ۶۸ \frac{kg.m}{s}$$

(فیزیک ۳ - دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۳۴ و ۴۶ تا ۴۸)

3- **گزینهٔ «۲»** *(بهنام رستمی)*

اندازهٔ شتاب گلوله هنگام بالا رفتن: $f_D + mg = ma_۱$

$$\Rightarrow a_۱ = \frac{f_D + mg}{m}$$

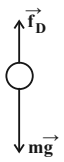


در نقطهٔ اوج سرعت صفر است، در نتیجه نیروی مقاومت هوا در آن لحظه نیز صفر است و بنابراین اندازهٔ شتاب در آن لحظه g است.

$$a_۲ = g$$

اندازهٔ شتاب گلوله هنگام بازگشت: $mg - f_D = ma_۳$

$$\Rightarrow a_۳ = \frac{mg - f_D}{m}$$

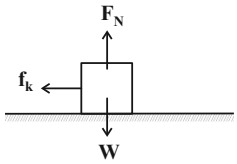


بنابراین: $a_۱ > a_۲ > a_۳$

(فیزیک ۳ - دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۳۷)

4- **گزینهٔ «۱»** *(احسان ایرانی)*

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را مشخص می‌کنیم:



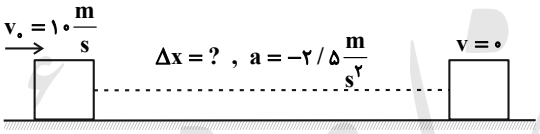
با توجه به شکل مشخص می‌شود که نیروهای $\vec{F}_N$ و $\vec{f}_k$، مؤلفه‌های نیروی وارد شده از سطح به جسم هستند. یعنی:

$$\left.\begin{array}{l}\vec{R} = -f_k\vec{i} + F_N\vec{j} \\ \vec{R} = -۳۰\vec{i} + ۱۲۰\vec{j}\end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} f_k = ۳۰N \\ F_N = ۱۲۰N \end{cases}$$

$$F_N = mg \Rightarrow ۱۲۰ = m \times ۱۰ \Rightarrow m = ۱۲kg$$

در پرتاب جسم روی سطح افقی، تنها نیروی افقی موثر بر جسم نیروی اصطکاک است:

$$F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow a = \frac{-۳۰}{۱۲} = -۲/۵ \frac{m}{s^۲}$$



برای به‌دست آوردن مسافت طی شده تا لحظهٔ توقف، از معادلهٔ سرعت-جابه‌جایی (مستقل از زمان) داریم:

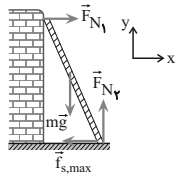
$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \xrightarrow[a = -۲/۵ \frac{m}{s^۲}]{v_۰ = ۱۰ \frac{m}{s}} \Delta x = \frac{-v_۰^۲}{۲a}$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{-۱۰^۲}{۲ \times (-۲/۵)} = \frac{-۱۰۰}{-۵} = ۲۰m$$

(فیزیک ۳ - دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۴۳)

5- **گزینهٔ «۲»** *(کتاب آبی کنکور ریاضی)*

مطابق شکل نیروهای وارد بر نردبان را رسم کرده‌ایم. چون دستگاه در حال تعادل است، برایند نیروهای وارد بر نردبان در راستای x و y صفر است. بنابراین داریم:



$$F_{N_۱} = f_{s,max} \Rightarrow F_{N_۱} = \mu_s F_{N_۲}$$

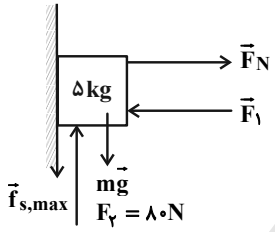
بنابراین:

$$\frac{F_{N_۲}}{F_{N_۱}} = \frac{F_{N_۲}}{\mu_s F_{N_۲}} = \frac{۱}{\mu_s}$$

(فیزیک ۳- دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۳۲ تا ۴۲)

6- **گزینهٔ «۴»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

هرکاه جسم در آستانهٔ حرکت به سمت بالا باشد، نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه و به سمت پایین خواهد بود.



$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_1 = F_N$$
$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0/5F_1$$
$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_2 = mg + f_{s,max} \Rightarrow 80 = 50 + 0/5F_1$$
$$\Rightarrow 30 = 0/5F_1 \Rightarrow F_1 = 60N$$

اندازهٔ اختلاف دو نیرو برابر است با:

$$\Delta F = |F_2 - F_1| = 80 - 60 = 20N$$

(فیزیک ۳ - دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۴۳)

7- **گزینهٔ «۳»** *(بابک اسلامی)*

وقتی آسانسور ساکن است، نیروسنج وزن شخص را نشان می‌دهد.

$$F_N = mg = 70 \times 10 = 700N$$

چون آسانسور از حال سکون شروع به حرکت کرده و در ابتدا عددی که نیروسنج نشان می‌دهد از وزن شخص بیشتر است، می‌توان نتیجه گرفت حرکت تندشونده و به سمت بالا بوده است و در نتیجه اندازهٔ شتاب آسانسور برابر است با:

$$F'_N = m(g + a_1) \Rightarrow 728 = 70 \times (10 + a_1) \Rightarrow a_1 = 0/4 \frac{m}{s^2}$$

جابه‌جایی آسانسور طی مدت $5s$ با شتاب $a_1 = 0/4 \frac{m}{s^2}$ برابر است با:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} \times 0/4 \times 5^2 \Rightarrow \Delta x = 5m$$

در قسمت دوم حرکت، عددی که نیروسنج نشان می‌دهد کمتر از وزن شخص است و چون آسانسوری به سمت بالا در حال حرکت است، بنابراین حرکت آن کندشونده خواهد بود. داریم:

$$F''_N = m(g + a_2) \Rightarrow 665 = 70 \times (10 + a_2) \Rightarrow a_2 = -0/5 \frac{m}{s^2}$$

جابه‌جایی آسانسور طی مدت $4s$ با شتاب $a_2 = -0/5 \frac{m}{s^2}$ و به سمت بالا برابر است با:

$$\Delta x_2 = -\frac{1}{2} a_2 t_2^2 = -\frac{1}{2} \times (-0/5) \times 4^2 \Rightarrow \Delta x_2 = 4m$$

بنابراین در مجموع آسانسور $\Delta x = 5 + 4 = 9m$ را از شروع تا پایان حرکت طی کرده است.

(فیزیک ۳ - دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۳۹)

8- **گزینهٔ «۴»** *(سعید شرق)*

در حالت اول که فنر فشرده شده است، نیرویی هم‌جهت با وزن به جسم وارد می‌کند و داریم:

$$mg + k\Delta x = 48N$$

در حالت دوم که فنر کشیده شده است، نیرویی در خلاف جهت با وزن به جسم وارد می‌کند و داریم:

$$mg - k\Delta x = 36N$$

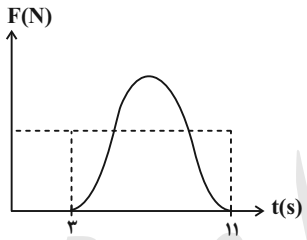
دو معادله را با هم جمع می‌کنیم:

$$2mg = 48 + 36 \Rightarrow mg = 42 \xrightarrow{g=10N/kg} m = 4/2kg$$

(فیزیک ۳ - دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۳۰ تا ۴۴)

9- **گزینهٔ «۱»** *(مسعود قره‌خانی)*

می‌دانیم مساحت زیر نمودار $F-t$ نشان دهندهٔ تغییرات تکانه (Δp) است. همچنین برای سادگی کار آن‌را با مساحت مستطیلی که با نقطه‌چین در شکل نشان داده شده برابر فرض می‌کنند. بنابراین:



$$\Delta p = F_{av}\Delta t \Rightarrow 60 = F_{av} \times 8 \Rightarrow F_{av} = \frac{60}{8} = 7/5N$$

(فیزیک ۳ - دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۴۶ تا ۴۸)

10- **گزینهٔ «۳»** *(زهره آقامحمدی)*

با توجه به این‌که نیروی اصطکاک ایستایی، نیروی مرکزگرای لازم برای حرکت در مسیر دایره‌ای و افقی اتومبیل را تأمین می‌کند، داریم:

$$f_s = m\frac{v^2}{r}$$

از طرفی برای داشتن بیشینه تندی مجاز، نیروی اصطکاک ایستایی باید بیشینه باشد، پس داریم:

$$f_{s,max} = m\frac{v_{max}^2}{r} \Rightarrow \mu_s F_N = \frac{mv_{max}^2}{r}$$
$$\xrightarrow{F_N = mg} v_{max}^2 = \mu_s gr$$

پس داریم:

$$\frac{(v_{max}^2)_2}{(v_{max}^2)_1} = \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow r_2 = 100 \times \left(\frac{(v_{max})_2}{(v_{max})_1}\right)^2$$
$$\xrightarrow{(v_{max})_1 = 1/25(v_{max})_2} r_2 = 100 \times \left(\frac{4}{5}\right)^2 = 64m$$

(فیزیک ۳ - دینامیک و حرکت دایره‌ای؛ صفحه‌های ۴۸ تا ۵۳)

پاسخ تشریحی آزمون آزمایشی خیلی سبز

فیزیک

تست و پاسخ 11-

از انتهای فنری به طول ۴۰cm که به سقف آسانسوری ساکن، متصل است وزنه‌ای آویزان می‌کنیم و طول فنر به ۵۰cm می‌رسد. اگر آسانسور با شتاب ثابتی به بزرگی $4m/s^2$ رو به بالا شروع به حرکت کند، طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(g = 10N/kg)$

۱) ۳۶ ۲) ۴۶ ۳) ۵۴ ۴) ۶۴

پاسخ: گزینهٔ ۳

مشاوره این سؤال، شبیه تست کنکور سراسری تجربی سال ۱۴۰۰ است.

خودت حل کنی بهتره قانون دوم نیوتون را برای وزنهٔ آویخته به فنر درون آسانسور بنویسید و با توجه به رابطهٔ نیروی کشسانی فنر، تغییر طول فنر و هم‌چنین طول جدید فنر را حساب کنید.

درس نامه

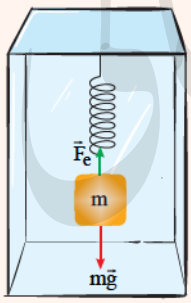
۱) **رابطهٔ نیروی کشسانی فنر:**

$F_e = k\,x$ ← اندازهٔ نیروی کشسانی فنر (N)

ضریب ثابت فنر (N/m) ↑

↓ تغییر طول فنر (m)

۲) اگر یک سر فنر قائمی به سقف آسانسور متصل شده و به سر دیگر آن وزنه‌ای به جرم m بیاویزیم و آسانسور با شتاب ثابت a در راستای قائم حرکت کند، با استفاده از قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:



$$F_{net} = ma \Rightarrow F_e - mg = ma \Rightarrow F_e = m(g+a) \xrightarrow{F_e = kx} kx = m(g+a)$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** در حالت اول که آسانسور ساکن است، $a = 0$ بوده و داریم:

$$kx_1 = mg$$

در حالت دوم که آسانسور رو به بالا شروع به حرکت می‌کند، داریم:

$$kx_2 = m(g+a)$$

گام دوم: روابط به‌دست‌آمده در گام اول را بر هم تقسیم می‌کنیم:

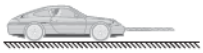
$$\frac{kx_1}{kx_2} = \frac{mg}{m(g+a)} \xrightarrow[g=10m/s^2,\ a=4m/s^2]{x_1=50-40=10cm} \frac{10}{x_2} = \frac{10}{14}$$

$$\Rightarrow x_2 = 14cm$$

$$x_2 = \ell_2 - \ell_0 \xrightarrow[x_2=14cm]{\ell_0=40cm} 14 = \ell_2 - 40 \Rightarrow \ell_2 = 54cm$$

تست و پاسخ 12-

در شکل زیر، کامیونی توسط یک طناب، خودرویی به جرم ۸۰۰kg را روی سطح افقی به سمت راست می‌کشد. اگر بزرگی نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودرو به ترتیب ۱۸۰N و ۸۲۰N باشد و تندی خودرو پس از ۲۵m جابه‌جایی از ۱۸km/h به ۹km/h برسد، اندازهٔ نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟ $(g = 10N/kg)$



۱) ۷۰۰ ۲) ۹۰۰ ۳) ۱۳۰۰ ۴) ۲۸۸۸

پاسخ: گزینهٔ ۱

@konkurbanks

پاسخ تشریحی آزمون آزمایشی خیلی سبز

فیزیک

مشاوره حلقهٔ رابط بین دو مبحث حرکت‌شناسی و دینامیک، کمیت شتاب است؛ پس در چنین تست‌هایی که مشابه یکی از پرسش‌های دوره‌ای آخر فصل ۲ در کتاب فیزیک (۳) است، ابتدا شتاب حرکت را به دست آورید.

خودت حل کنی بهتره ابتدا با رابطهٔ سرعت ـ جابه‌جایی (مستقل از زمان)، شتاب حرکت را حساب کنید، سپس با نوشتن قانون دوم نیوتون، نیروی کشش طناب را به دست آورید.

درس نامه رابطهٔ مستقل از زمان (رابطهٔ سرعت ـ جابه‌جایی) در حرکت با شتاب ثابت

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

(v: سرعت نهایی (m/s)، v_0: سرعت اولیه (m/s)، a: شتاب (m/s^2)، Δx: جابه‌جایی (m))

پاسخ تشریحی **گام اول:** با استفاده از رابطهٔ مستقل از زمان، شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:

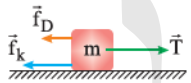
$$v_0 = 18\,km/h = \frac{18}{3/6} = 5\,m/s$$

$$v = 9\,km/h = \frac{9}{3/6} = 2/5\,m/s$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{\Delta x = 25\,m} (2/5)^2 - (5)^2 = 2a \times 25 \Rightarrow \xrightarrow{\div 2/5} 2/5 - 10 = 2a \times 10 \Rightarrow a = \frac{-7/5}{20}\,m/s^2$$

$$\Rightarrow a = -\frac{3}{8}\,m/s^2$$

گام دوم: قانون دوم نیوتون را برای خودرو می‌نویسیم:

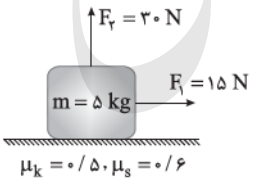


$$F_{net} = ma \Rightarrow T - f_k - f_D = ma \xrightarrow[m=800\,kg,\ a=-\frac{3}{8}\,m/s^2]{f_k=820\,N,\ f_D=180\,N}$$

$$T - 820 - 180 = 800 \times (-\frac{3}{8}) \Rightarrow T - 1000 = -300 \Rightarrow T = 700\,N$$

تست و پاسخ 13-

در شکل مقابل، جسم تحت اثر نیروی افقی $\vec{F}_1$ و نیروی قائم $\vec{F}_2$، روی سطح افقی و در مبدأ زمان، شروع به حرکت می‌کند. اگر در لحظهٔ $t = 4s$ نیروی $\vec{F}_2$ حذف شود، از مبدأ زمان تا لحظه‌ای که جسم متوقف می‌شود، مسافت طی‌شده توسط آن چند متر است؟ $(g = 10N/kg)$



۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۱۱/۵۲ ۴) ۵/۷۶

پاسخ: گزینهٔ ۲

خودت حل کنی بهتره نیروی اصطکاک و شتاب حرکت را در هر دو حالت حرکت تندشونده و کندشونده به دست آورید، سپس با استفاده از معادلات حرکت با شتاب ثابت، جابه‌جایی هر مرحله را به دست آورید و با هم جمع کنید.

درس نامه

۱) **نیروی اصطکاک:** وقتی می‌خواهیم جسمی را روی سطحی به حرکت درآوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، با مقاومتی روبه‌رو می‌شویم که به آن نیروی اصطکاک می‌گوییم.

۲) **رابطهٔ نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت:**

$$f_{s,max} = \mu_s \times F_N$$

($f_{s,max}$: اندازهٔ نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت (N)، μ_s: ضریب اصطکاک ایستایی، F_N: اندازهٔ نیروی عمودی سطح (N))

@konkurbanks

پاسخ تشریحی آزمون آزمایشی خیلی سبز

۳) **رابطهٔ نیروی اصطکاک لغزشی (جنبشی):**

$f_k = \mu_k \times F_N$

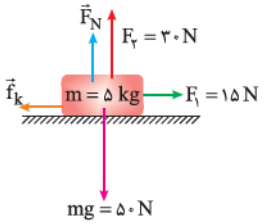
f_k: اندازهٔ نیروی اصطکاک لغزشی (جنبشی) (N)
μ_k: ضریب اصطکاک لغزشی (جنبشی)
F_N: اندازهٔ نیروی عمودی سطح (N)

۴) **معادلهٔ سرعت در حرکت با شتاب ثابت:**

$v = at + v_0$

v: سرعت (m/s)
a: شتاب (m/s^2)
t: زمان (s)
v_0: سرعت اولیه (m/s)

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا حرکت جسم تندشونده است.



در راستای قائم، داریم:

$$(F_{net})_y = 0$$

$$\Rightarrow F_N + F_2 - mg = 0 \Rightarrow F_N = 50 - 30 \Rightarrow F_N = 20\,N$$

$$f_k = \mu_k \times F_N \xrightarrow[F_N = 20\,N]{\mu_k = 0/5} f_k = 0/5 \times 20 = 10\,N$$

اکنون قانون دوم نیوتون را در راستای افقی برای مرحلهٔ تندشونده می‌نویسیم و شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:

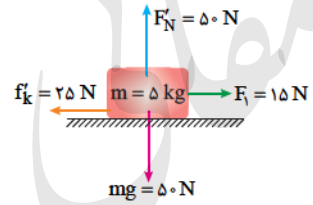
$$(F_{net})_x = ma \Rightarrow F_1 - f_k = ma \xrightarrow[f_k = 10\,N]{F_1 = 15\,N} 15 - 10 = 5a \Rightarrow a = 1\,m/s^2$$

گام دوم: جابه‌جایی و سرعت جسم را در پایان مرحلهٔ اول حرکت پیدا می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \xrightarrow[t=4\,s]{v_0=0\,,\ a=1\,m/s^2} \Delta x = \frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 = 8\,m$$

$$v = at + v_0 \xrightarrow[v_0=0]{a=1\,m/s^2,\ t=4\,s} v = 1 \times 4 + 0 = 4\,m/s$$

گام سوم: در مرحلهٔ دوم حرکت که نیروی $\vec{F}_2$ حذف می‌شود، نیروی اصطکاک و نوع حرکت نسبت به حالت اول تغییر می‌کند.



در راستای قائم، داریم:

$$(F'_{net})_y = 0 \Rightarrow F'_N = mg = 50\,N$$

$$f'_k = \mu_k \times F'_N \xrightarrow[F'_N = mg = 50\,N]{\mu_k = 0/5} f'_k = 0/5 \times 50 = 25\,N$$

حرکت در حالت دوم، کندشونده است. شتاب این حالت را نیز به دست می‌آوریم:

$$(F'_{net})_x = ma' \Rightarrow F_1 - f'_k = ma' \xrightarrow[f'_k = 25\,N]{m=5\,kg\,,\ F_1=15\,N} 15 - 25 = 5a' \Rightarrow a' = -2\,m/s^2$$

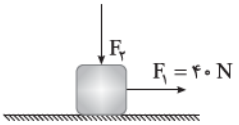
گام چهارم: جابه‌جایی مرحلهٔ دوم حرکت و جابه‌جایی کل را حساب می‌کنیم:

$$v'^2 - v^2 = 2a'\Delta x' \xrightarrow[a' = -2\,m/s^2]{v' = 0\,,\ v = 4\,m/s} 0 - 4^2 = 2(-2)\Delta x' \Rightarrow \Delta x' = 4\,m$$

$$\Delta x_{\text{کل}} = \Delta x + \Delta x' = 8 + 4 = 12\,m$$

تست و پاسخ

14- **در شکل زیر، جسم ۲کیلوگرمی تحت تأثیر نیروی افقی $\vec{F}_1$ و نیروی قائم $\vec{F}_2$ با شتاب ثابتی به بزرگی $5\,m/s^2$ روی سطح افقی، شروع به حرکت می‌کند. اگر اندازهٔ نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر با $50\,N$ باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ $(g = 10\,N/kg)$**



۱) ۰/۴
۲) ۰/۵
۳) ۰/۶
۴) ۰/۷۵

پاسخ: گزینهٔ ۴

@konkurbanks

خودت حل کنی بهتره ابتدا با استفاده از قانون دوم نیوتون، نیروی اصطکاک را حساب کنید. سپس با معلوم‌بودن نیروی سطح، نیروی عمودی سطح را به دست آورید. در پایان نیز با به کار بردن رابطهٔ نیروی اصطکاک، ضریب اصطکاک را پیدا کنید.

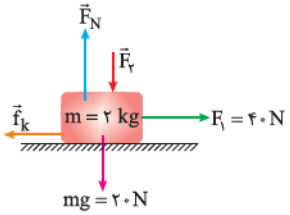
درس نامه **نیروی سطح:** وقتی جسمی روی یک سطح دارای اصطکاک حرکت می‌کند، از طرف سطح تماس، دو نیروی $\vec{F}_N$ (نیروی عمودی سطح) و $\vec{f}_k$ (نیروی اصطکاک جنبشی) بر جسم اثر می‌کنند. این دو نیرو بر هم عمود هستند و برایند آن‌ها نیروی سطح بر جسم نام دارد که آن را با $\vec{R}$ نشان می‌دهیم.

نیروی سطح (N) ↑

$$R = \sqrt{f_k^2 + F_N^2}$$

↓ نیروی اصطکاک جنبشی (N) — → نیروی عمودی سطح (N)

پاسخ تشریحی **گام اول:** قانون دوم نیوتون در راستای افقی را می‌نویسیم و اندازهٔ نیروی اصطکاک را حساب می‌کنیم:



$$(F_{net})_x = ma \Rightarrow F_۱ - f_k = ma \xrightarrow[m=۲kg, a=۵m/s^۲]{F_۱=۴۰N} ۴۰ - f_k = ۲\times۵ \Rightarrow f_k = ۳۰N$$

گام دوم: رابطهٔ نیروی سطح را می‌نویسیم و نیروی عمودی سطح را به دست می‌آوریم:

$$R = \sqrt{f_k^2 + F_N^2} \xrightarrow[R=۵۰N]{f_k=۳۰N} ۵۰ = \sqrt{۳۰^۲ + F_N^2} \Rightarrow F_N = ۴۰N$$

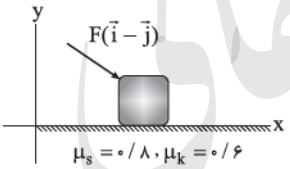
گام سوم: با به کار بردن رابطهٔ نیروی اصطکاک جنبشی، ضریب اصطکاک را پیدا می‌کنیم:

$$f_k = \mu_k \times F_N \xrightarrow[F_N=۴۰N]{f_k=۳۰N} ۳۰ = \mu_k \times ۴۰ \Rightarrow \mu_k = ۰/۷۵$$

تست و پاسخ

15-

مطابق شکل مقابل، به جسمی به جرم m که روی سطح افقی ساکن است، نیروی $\vec{F}(\vec{i} - \vec{j})$ در SI را وارد می‌کنیم، به طوری که مقدار F در حال افزایش است. شتاب جسم بلافاصله پس از شروع حرکت، چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(\vec{g} = (-۱۰N/kg)\vec{j})$

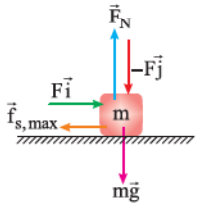


۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۵ ۴) ۱۰

پاسخ: گزینهٔ ۴

خودت حل کنی بهتره ابتدا با استفاده از رابطهٔ نیروی اصطکاک، نیروی $\vec{F}$ را برحسب جرم m به دست آورید، سپس با به کار بردن قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت را حساب کنید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** رابطهٔ نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت را می‌نویسیم:



$$(F_{net})_x = ۰ \Rightarrow F - f_{s,max} = ۰ \Rightarrow F = f_{s,max}$$

$$f_{s,max} = \mu_s \times F_N \xrightarrow[F_N=F+mg, g=۱۰N/kg]{f_{s,max}=F, \mu_s=۰/۸}$$

$$F = ۰/۸(F + ۱۰m) \Rightarrow F = ۰/۸F + ۸m \Rightarrow ۰/۲F = ۸m \Rightarrow F = ۴۰m$$

گام دوم: بلافاصله پس از شروع حرکت جسم، به جای نیروی اصطکاک ایستایی $f_{s,max}$، نیروی اصطکاک جنبشی f_k را خواهیم داشت؛ پس قانون دوم نیوتون به صورت زیر نوشته می‌شود:

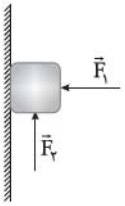
$$(F'_{net})_x = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu_k \times F_N = ma \xrightarrow[F_N=F+۱۰m=۴۰m+۱۰m=۵۰m]{\mu_k=۰/۶, F=۴۰m} ۴۰m - ۰/۶\times۵۰m = ma \Rightarrow ۱۰m = ma$$

$$\Rightarrow a = ۱۰m/s^۲$$

@konkurbanks

تست و پاسخ

-16



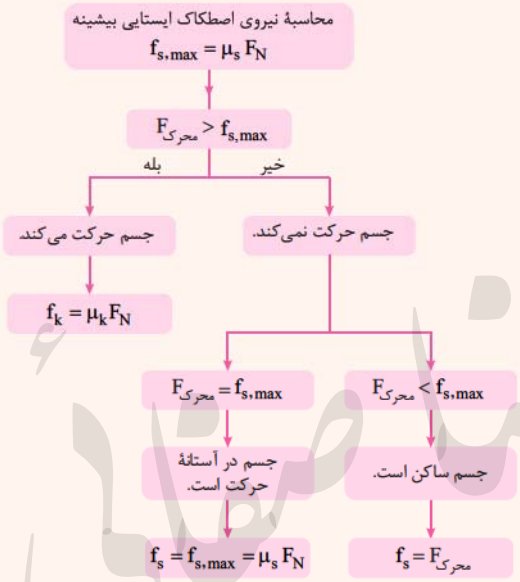
در شکل مقابل، جسمی توسط نیروی افقی ثابت $\vec{F}_1$ به دیوار قائمی به ضریب اصطکاک ایستایی $\frac{1}{3}$ تکیه داده شده است. در ابتدا اندازهٔ نیروی قائم $\vec{F}_2$ برابر $4\,N$ و جسم در آستانهٔ حرکت است. اگر اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$ به تدریج افزایش یابد و به $16\,N$ برسد، جسم دوباره در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد. در این حالت، اندازهٔ نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، چند نیوتون است؟

۱) $6\sqrt{5}$ ۲) $6\sqrt{10}$ ۳) $12\sqrt{5}$ ۴) $12\sqrt{10}$

پاسخ: گزینهٔ ۲

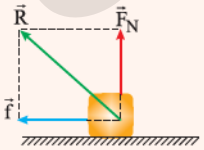
درس‌نامه

۱) در طرح‌وارهٔ شکل زیر، الگوریتم نحوهٔ محاسبهٔ نیروی اصطکاک نشان داده شده است.



۲) هر جسم ساکن یا در حال حرکت، از طرف تکیه‌گاه (سطح) دو نیرو را می‌تواند دریافت می‌کند:

۱) نیروی عمودی سطح $(\vec{F}_N)$ ۲) نیروی اصطکاک $(\vec{f})$

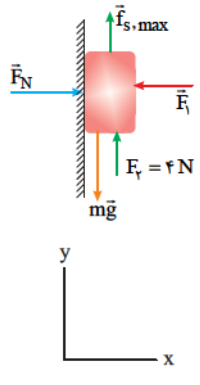


همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، این دو نیرو به صورت عمود بر هم به جسم وارد می‌شوند؛ بنابراین بزرگی برایند این دو نیرو برابر است با:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** در حالت اول، جسم در آستانهٔ حرکت رو به پایین قرار دارد، اما در حالت دوم که اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$ بدون تغییر جهت افزایش یافته است، جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا است.

گام دوم: در شکل مقابل، نیروهای وارد بر جسم در حالت اول که اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$ برابر با $4\,N$ و جسم در آستانهٔ حرکت رو به پایین قرار دارد را بررسی می‌کنیم. در این حالت نیروی اصطکاک از نوع ایستایی، بیشینه و جهتش رو به بالا است.



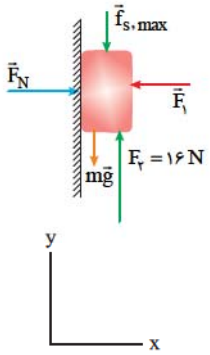
$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_N - F_1 = 0 \Rightarrow F_N = F_1$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s F_1 = \frac{1}{3} F_1$$

$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_2 + f_{s,max} - mg = 0$$

$$\Rightarrow 4 + \frac{1}{3} F_1 - mg = 0 \Rightarrow 12 + F_1 - 3mg = 0 \Rightarrow 3mg - F_1 = 12$$

@konkurbanks



گام سوم: در شکل مقابل، نیروهای وارد بر جسم در حالت دوم که اندازهٔ نیروی $\vec{F}_2$ برابر $16\,N$ و جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا قرار دارد را بررسی می‌کنیم. در این حالت نیروی اصطکاک از نوع ایستایی، بیشینه و رو به پایین است.

$$(F'_{net})_x = 0 \Rightarrow F_N - F_1 = 0 \Rightarrow F_N = F_1$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s F_1 = \frac{1}{3}F_1$$

$$(F'_{net})_y = 0 \Rightarrow F_2 - mg - f_{s,max} = 0$$

$$\Rightarrow 16 - mg - \frac{1}{3}F_1 = 0 \Rightarrow 3mg + F_1 = 48$$

گام چهارم: به کمک رابطه‌های به‌دست‌آمده در گام‌های دوم و سوم، نیروی وزن و نیروی F_1 را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{matrix} 3mg - F_1 = 12 \\ 3mg + F_1 = 48 \end{matrix}\right\} \Rightarrow 6mg = 60 \Rightarrow mg = 10\,N$$

$$3mg - F_1 = 12 \Rightarrow 3(10) - F_1 = 12 \Rightarrow F_1 = 18\,N$$

گام پنجم: نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، از رابطهٔ $R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$ به دست می‌آید که در حالت دوم $f = f_{s,max} = \frac{1}{3}F_1$ و $F_N = F_1$ است؛ بنابراین داریم:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_{s,max}^2} \xrightarrow{F_N = F_1 = 18\,N,\ f_{s,max} = \frac{1}{3}F_1 = 6\,N} R = \sqrt{18^2 + 6^2} = 6\sqrt{10}\,N$$

توجه طبق قانون سوم نیوتون، اندازهٔ نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، با اندازهٔ نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر است.

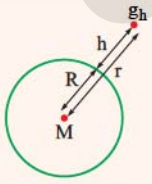
تست و پاسخ

17- **از سطح زمین چند کیلومتر فاصله بگیریم تا اندازهٔ شتاب گرانشی $6/6\,N/kg$ کاهش یابد؟ ($g = 9/8\,N/kg$ و شعاع کرهٔ زمین $6400\,km$ است.)**

۱) ۱۶۰۰ ۲) ۴۸۰۰ ۳) ۱۱۲۰۰ ۴) ۱۲۸۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۲

درس‌نامه اندازهٔ شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح یک سیاره به جرم M و شعاع R از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:



$$g_h = \frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** اندازهٔ شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین (g_h)، به اندازهٔ $6/6\,N/kg$ نسبت به اندازهٔ شتاب گرانشی در سطح زمین (g) کاهش یافته است؛ بنابراین g_h برابر است با:

$$g_h = g - 6/6 = 9/8 - 6/6 = 3/2\,N/kg$$

گام دوم: رابطهٔ کلی بین (g_h) و g به صورت زیر برقرار است. از این‌جا h را به دست می‌آوریم:

$$\frac{g_h}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2 \Rightarrow \frac{3/2}{9/8} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{32}{98} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2 \Rightarrow \frac{16}{49} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2$$

$$\xrightarrow{\text{جذر}} \frac{4}{7} = \frac{R_e}{R_e+h} \Rightarrow 4R_e + 4h = 7R_e \Rightarrow 4h = 3R_e$$

$$\Rightarrow h = \frac{3}{4}R_e = \frac{3}{4} \times (6400) = 4800\,km$$

@konkurbanks

تست و پاسخ -18

در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، اندازهٔ تکانهٔ جسمی به جرم ۵۰ کیلوگرم، ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. اگر در این بازه، کار کل انجام‌شده روی جسم $36\,J$ باشد، اندازهٔ تکانهٔ جسم در لحظهٔ t_2 چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۴

پاسخ تشریحی **گام اول:** اگر تکانهٔ جسم در لحظهٔ t_1 را p_1 و در لحظهٔ t_2 را p_2 در نظر بگیریم، از آن‌جا که تکانه ۲۵ درصد افزایش یافته است، داریم:

$$\frac{p_2}{p_1}=1+\frac{25}{100}=\frac{125}{100}\Rightarrow\frac{p_2}{p_1}=\frac{5}{4}\Rightarrow\frac{mv_2}{mv_1}=\frac{5}{4}\Rightarrow\frac{v_2}{v_1}=\frac{5}{4}\Rightarrow v_2=\frac{5}{4}v_1$$

گام دوم: طبق قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی $(W_t=\Delta K)$، تغییرات انرژی جنبشی در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 برابر با کار کل انجام‌شده در این بازهٔ زمانی است؛ بنابراین داریم:

$$W_t=\Delta K=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)\Rightarrow 36=\frac{1}{2}\times 50\times(v_2^2-v_1^2)\Rightarrow\frac{36}{25}=v_2^2-v_1^2\xrightarrow{v_2=\frac{5}{4}v_1}\frac{36}{25}=(\frac{5}{4}v_1)^2-v_1^2$$

$$\Rightarrow\frac{36}{25}=\frac{25}{16}v_1^2-v_1^2\Rightarrow\frac{36}{25}=\frac{9}{16}v_1^2\xrightarrow{\text{جذر}}\frac{6}{5}=\frac{3}{4}v_1\Rightarrow v_1=\frac{24}{15}\,m/s$$

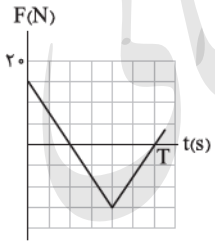
گام سوم: طبق رابطهٔ $v_2=\frac{5}{4}v_1$ و $p_2=mv_2$، تکانهٔ جسم را در لحظهٔ t_2 به دست می‌آوریم:

$$v_2=\frac{5}{4}v_1=\frac{5}{4}\times\frac{24}{15}=2\,m/s$$

$$p_2=mv_2=50\times 2=100\,\frac{kg.m}{s}$$

تست و پاسخ -19

نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی که در راستای محور x حرکت می‌کند، برحسب زمان به شکل زیر است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در T ثانیهٔ اول برحسب نیوتون کدام است؟



۱) $2/5\vec{i}$

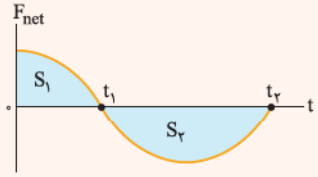
۲) $-2/5\vec{i}$

۳) $7/5\vec{i}$

۴) $-7/5\vec{i}$

پاسخ: گزینهٔ ۲

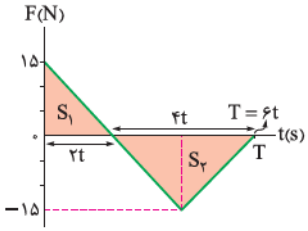
درس‌نامه سطح محدود به نمودار نیروی خالص ـ زمان و محور زمان، برابر با اندازهٔ تغییر تکانه است. در شکل روبه‌رو تغییر تکانه در بازه‌های زمانی مختلف نشان داده شده است.



$$\Delta p=S_1-S_2:\text{تغییر تکانه در بازهٔ زمانی صفر تا } t_2\Rightarrow\begin{cases}\text{تغییر تکانه در بازهٔ زمانی صفر تا } t_1=S_1\\ \text{تغییر تکانه در بازهٔ زمانی } t_1 \text{ تا } t_2=-S_2\end{cases}$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** هر واحد در مقیاس مختصات قائم برابر با $5N$ است و هر واحد در مقیاس مختصات افقی را t در نظر می‌گیریم.

گام دوم: مساحت محدود بین نمودار و محور زمان را تا لحظهٔ T به دست می‌آوریم که معادل تغییر تکانه (Δp) است.



$$\Delta p=+S_1-S_2\Rightarrow\Delta p=\frac{15\times 2t}{2}-\frac{15\times 4t}{2}\Rightarrow\Delta p=15t-30t=-15t$$

@konkurbanks

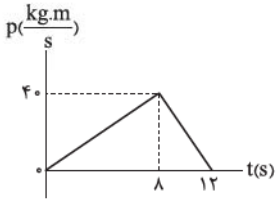
گام سوم: به کمک رابطهٔ $F_{av_{net}} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$، نیروی خالص متوسط وارد بر جسم را به دست می‌آوریم.

$$F_{av_{net}} = \frac{-۱۵t}{T-۰} = \frac{-۱۵t}{۶t} = -۲/۵\,N \Rightarrow \vec{F}_{av_{net}} = -(۲/۵\,N)\,\vec{i}$$

تست و پاسخ

-20

جسم ساکنی تحت تأثیر دو نیروی هم‌راستای $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ در مبدأ زمان شروع به حرکت کرده و در لحظهٔ $t = ۸s$ نیروی $\vec{F}_۱$ حذف می‌شود. اگر نمودار تکانه ـ زمان جسم به صورت مقابل باشد، اندازهٔ نیروی $\vec{F}_۱$ برحسب نیوتون کدام است؟

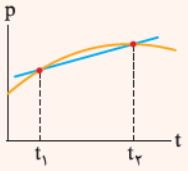


۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

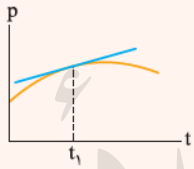
پاسخ: گزینهٔ ۳

درس‌نامه

- شیب خط واصل بین دو نقطه در نمودار تکانه ـ زمان، برابر اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد شده بر جسم در بازهٔ زمانی‌ای است که در شکل مقابل، بین دو لحظهٔ $t_۱$ و $t_۲$ رسم شده است.



- شیب خط مماس بر نمودار تکانه ـ زمان در هر لحظه، برابر اندازهٔ نیروی خالص در آن لحظه است؛ مثلاً در شکل مقابل، اندازهٔ شیب خط مماس رسم‌شده در لحظهٔ $t_۱$ بیانگر نیروی خالص لحظه‌ای در لحظهٔ $t_۱$ است.



پاسخ تشریحی **گام اول:** شیب خط واصل در نمودار تکانه ـ زمان، بیانگر نیروی خالص متوسط وارد بر جسم است. نیروی خالص متوسط را در بازه‌های زمانی صفر تا ۸s و ۸s تا ۱۲s به دست می‌آوریم:

$$F_{av_{(۰-۸s)}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_۸ - p_۰}{۸-۰} = \frac{۴۰-۰}{۸} = \frac{۴۰}{۸} = ۵\,N$$

$$F_{av_{(۸s-۱۲s)}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_{۱۲} - p_۸}{۱۲-۸} = \frac{۰-۴۰}{۴} = \frac{-۴۰}{۴} = -۱۰\,N$$

گام دوم: نیروی خالص در بازهٔ زمانی صفر تا ۸s ناشی از برایند نیروهای $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ و در بازهٔ زمانی ۸s تا ۱۲s، تنها تحت تأثیر نیروی $\vec{F}_۲$ است؛ بنابراین داریم:

$$F_۱ + F_۲ = ۵ \xrightarrow{F_۲ = -۱۰N} F_۱ - ۱۰ = ۵ \Rightarrow F_۱ = ۱۵N$$

تست و پاسخ

-21

دو ماهوارهٔ A و B روی مدارهای دایره‌ای‌شکل در حال حرکت به دور زمین هستند. اگر اندازهٔ شتاب مرکزگرای ماهوارهٔ A، ۴ برابر اندازهٔ شتاب مرکزگرای ماهوارهٔ B باشد، دورهٔ تناوب گردش ماهوارهٔ B به دور زمین چند برابر دورهٔ گردش ماهوارهٔ A به دور زمین است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) ۲
۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$
۴) $۲\sqrt{۲}$

پاسخ: گزینهٔ ۴

درس‌نامه

۱) در حرکت دایره‌ای یکنواخت، تندی ثابت است، اما سرعت ثابت نیست؛ چراکه جهت حرکت دائماً در حال تغییر است؛ بنابراین حرکت شتابدار است. از آن‌جا که اندازهٔ سرعت (تندی) تغییر نمی‌کند؛ پس بردار شتاب در این حالت عمود بر بردار جابه‌جایی و به سمت مرکز دایره است. اندازهٔ شتاب مرکزگرا از روابط زیر به دست می‌آید:

۲) دورهٔ تناوب گردش ماهواره از رابطهٔ $T^۲ = \frac{۴\pi^۲ r^۳}{GM_e}$ به دست می‌آید، به عبارتی مربع دورهٔ تناوب ماهواره با مکعب شعاع گردش ماهواره رابطهٔ مستقیم دارد.

$$a_c = \frac{v^۲}{r} \qquad v = \frac{۲\pi r}{T} \Rightarrow a_c = \frac{(\frac{۲\pi r}{T})^۲}{r} = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲} \qquad v = \frac{۲\pi r}{T} \Rightarrow a_c = \frac{(\frac{۲\pi r}{T}) \times v}{r} = \frac{۲\pi v}{T}$$

@konkurbanks

۳) شتاب مرکزگرای وارد بر ماهواره، با مربع شعاع گردش ماهواره به دور زمین، رابطهٔ وارون دارد.

$$a_c = \frac{GM_e}{r^2}$$

(a_c: شتاب مرکزگرا (m/s^2)، G: ثابت گرانش عمومی $(\frac{N.m^2}{kg^2})$، M_e: جرم کرهٔ زمین (kg)، r: شعاع گردش (m))

پاسخ تشریحی **گام اول:** طبق رابطهٔ $a_c = \frac{GM_e}{r^2}$، شتاب مرکزگرای ماهواره، با مربع شعاع گردش ماهواره (فاصلهٔ ماهواره تا مرکز کرهٔ زمین) نسبت عکس دارد.

$$\frac{(a_c)_A}{(a_c)_B} = (\frac{r_B}{r_A})^2 = 4 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{r_B}{r_A} = 2 \Rightarrow r_B = 2r_A$$

گام دوم: با توجه به نکتهٔ ۲ درس‌نامه داریم:

$$T^2 \propto r^3 \Rightarrow (\frac{T_B}{T_A})^2 = (\frac{r_B}{r_A})^3 = (\frac{2r_A}{r_A})^3 = 8$$

$$\Rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$$

تست و پاسخ

22-

خودرویی در یک پیچ دایره‌ای مسطح و افقی به شعاع R، با تندی ثابت $15\,m/s$ در حال حرکت است. اگر اندازهٔ نیرویی که سطح افقی به خودرو وارد می‌کند، ۲۵ درصد بیشتر از وزن خودرو باشد، R برابر چند متر است؟ $(g = 10\,N/kg)$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۹۰

پاسخ: گزینهٔ ۳

درس‌نامه

نیروی مرکزگرا: در حرکت دایره‌ای یکنواخت، نیروی خالص وارد بر جسم به سمت مرکز دایره است و با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma \xrightarrow[F_{net}=F_c]{a=a_c=\frac{v^2}{r}} F_c = m\frac{v^2}{r}$$

نیروی مرکزگرا می‌تواند چه نیروهایی باشد؟

نیروی اصطکاک ایستایی ← در حرکت اتومبیل در پیچ جاده یا جسم بر روی یک دیسک گردان

نیروی کشش نخ ← جسمی که حول یک نقطه توسط طنابی می‌چرخد.

نیروی الکتریکی ← جاذبهٔ هسته بر الکترون (چرخش الکترون دور هسته)

نیروی عمودی سطح ← حرکت دورانی استوانهٔ قائم

نیروی گرانشی ← حرکت ماهواره به دور زمین

پاسخ تشریحی **گام اول:** نیرویی که سطح افقی به جسم وارد می‌کند (R)، ۲۵ درصد بیشتر از نیروی وزن است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{R}{mg} = 1 + \frac{25}{100} = \frac{125}{100} \Rightarrow R = \frac{5}{4}mg$$

گام دوم: نیرویی که سطح افقی به جسم وارد می‌کند، برایند دو نیروی عمود بر هم نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) و نیروی عمودی سطح (F_N) است.

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} \xrightarrow{R=\frac{5}{4}mg} (\frac{5}{4}mg)^2 = F_N^2 + f_s^2$$

نیروی عمودی سطح به دلیل تعادل در راستای قائم، با نیروی وزن برابر است.

$$(\frac{5}{4}mg)^2 = (mg)^2 + f_s^2 \Rightarrow f_s^2 = \frac{9}{16}(mg)^2 \Rightarrow f_s = \frac{3}{4}mg$$

گام سوم: نیروی اصطکاک (f_s)، تأمین‌کنندهٔ نیروی مرکزگرا (F_c) است؛ بنابراین داریم:

$$F_c = f_s \Rightarrow \frac{mv^2}{r} = \frac{3}{4}mg \Rightarrow \frac{v^2}{r} = \frac{3}{4}g \Rightarrow r = \frac{4}{3}\frac{v^2}{g} = \frac{4}{3} \times \frac{15 \times 15}{10} = 30\,m$$

@konkurbanks

تست و پاسخ 23-

در شکل زیر، فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B از مرکز دیسک‌گردان به ترتیب ۱m و ۲m است. اگر دیسک با آهنگ ثابت ۳۰rpm حول مرکز خود دوران کند، به ترتیب از راست به چپ تندی نقطهٔ A و اندازهٔ شتاب نقطهٔ B در SI کدام است؟ ($\pi = 3$)

۱) ۱۸ ،۳
۲) ۱۸ ،۱۲
۳) ۴/۵ ،۳
۴) ۴/۵ ،۱۲

پاسخ: گزینهٔ ۱

درس‌نامه • حرکت دایره‌ای یکنواخت

حرکتی است با تندی ثابت که در یک مسیر دایره‌ای انجام می‌شود.

دورهٔ حرکت دایره‌ای

مدت‌زمان پیمودن یک دور کامل مسیر دایره‌ای را دورهٔ حرکت می‌گوییم.

$$T = \frac{2\pi r}{v} \leftarrow \begin{matrix} \text{شعاع دایره برحسب (m)} \rightarrow r \\ \text{تندی ثابت حرکت دایره‌ای برحسب (m/s)} \rightarrow v \end{matrix} \Rightarrow v = r(\frac{2\pi}{T})$$

دوره برحسب (s) ←

از طرفی:

$$T = \frac{t}{n} \leftarrow \begin{matrix} \text{مدت‌زمان طی‌کردن n دور برحسب (s)} \rightarrow t \\ \text{تعداد دور} \rightarrow n \end{matrix}$$

دوره برحسب (s) ←

برای به دست آوردن دورهٔ تناوب از روی rpm داریم:

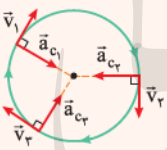
$$T = \frac{60}{rpm} \leftarrow \text{برحسب (دور در دقیقه)} \rightarrow rpm$$

دوره برحسب ثانیه ←

شتاب مرکزگرا

بزرگی این شتاب در حرکت دایره‌ای یکنواخت، ثابت و جهت آن متغیر بوده و همواره به سمت مرکز دایره و عمود بر بردار سرعت لحظه‌ای متحرک است:

$$a_c = \frac{v^2}{r} \xrightarrow{v = r(\frac{2\pi}{T})} a_c = r(\frac{2\pi}{T})^2$$



در حرکت دایره‌ای یکنواخت، بردار سرعت، مماس بر مسیر و بردار شتاب، عمود بر بردار سرعت و به سمت مرکز دایره است.

پاسخ تشریحی **گام اول:** دورهٔ تناوب دیسک گردان را برحسب ثانیه به دست می‌آوریم. این‌که دیسک با آهنگ ثابت ۳۰rpm حول مرکز خود دوران می‌کند، به این معناست که در هر دقیقه، ۳۰ دور کامل می‌زند.

$$T = \frac{1\,\text{min}}{30\,\text{دور}} \times \frac{60\,\text{s}}{1\,\text{min}} = 2\,\text{s}$$

گام دوم: به کمک رابطهٔ $T = \frac{2\pi r}{v}$ تندی نقطهٔ A را به دست می‌آوریم:

$$T = \frac{2\pi r_A}{v_A} \Rightarrow 2 = \frac{2 \times 3 \times 1}{v_A} \Rightarrow v_A = 3\,m/s$$

گام سوم: به کمک رابطهٔ $a_c = \frac{v^2}{r}$، اندازهٔ شتاب مرکزگرای نقطهٔ B را به دست می‌آوریم:

$$(a_c)_B = \frac{v_B^2}{r_B} \xrightarrow{v = \frac{2\pi r}{T}} (a_c)_B = \frac{(\frac{2\pi r_B}{T})^2}{r_B} \Rightarrow (a_c)_B = \frac{4\pi^2 r_B}{T^2} = \frac{4 \times 9 \times 2}{4} = 18\,m/s^2$$

تست و پاسخ 24-

جسمی به جرم ۵۰۰g با تندی ثابت روی محیط دایره‌ای به شعاع ۸m در حال حرکت است. اگر اندازهٔ شتاب جسم $2\,m/s^2$ باشد، اندازهٔ تغییر تکانهٔ جسم در مدت ۳s چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ ($\pi = 3$)

۱) ۲
۲) $2\sqrt{2}$
۳) ۴
۴) صفر

پاسخ: گزینهٔ ۲

پاسخ تشریحی **گام اول:** به کمک رابطهٔ $a_c = \frac{v^2}{r}$، تندی متحرک در حرکت دایره‌ای را به دست می‌آوریم:

$$a_c = \frac{v^2}{r} \Rightarrow 2 = \frac{v^2}{8} \Rightarrow v^2 = 16 \Rightarrow v = 4\,m/s$$

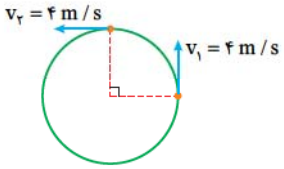
@konkurbanks

گام دوم: دورهٔ تناوب حرکت دایره‌ای متحرک را به دست می‌آوریم:

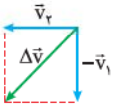
$$T=\frac{2\pi r}{v}=\frac{2\times 3\times 8}{4}=12s$$

گام سوم: دورهٔ تناوب متحرک ۱۲s است، یعنی متحرک در هر ۱۲ ثانیه یک دور کامل محیط دایره را می‌پیماید؛ پس در مدت‌زمان ۳s، $\frac{1}{4}$ محیط دایره را طی می‌کند. شکل زیر، حرکت متحرک بر روی مسیر دایره‌ای را در $\frac{1}{4}$ دوره نشان می‌دهد.

حال تغییر سرعت در بازهٔ زمانی ۳s را به دست می‌آوریم:



$$\Delta\vec{v}=\vec{v}_2-\vec{v}_1=\vec{v}_2+(-\vec{v}_1)\Rightarrow|\Delta\vec{v}|=v\sqrt{2}=4\sqrt{2}\,m/s$$



گام چهارم: حال اندازهٔ تغییر تکانهٔ جسم را به دست می‌آوریم:

$$\Delta p=m\Delta v=0/5(4\sqrt{2})=2\sqrt{2}\ \frac{kg.m}{s}$$

حواستون باشه سرعت کمیتی برداری است و اختلاف سرعت را باید به صورت برداری، محاسبه کنیم. اگر اختلاف تندی آن‌ها را به دست آوریم، ۴ به عنوان دام آموزشی منتظر ماست.

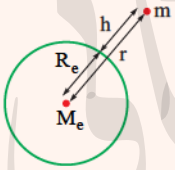
تست و پاسخ

25- **انرژی جنبشی ماهواره‌ای که در فاصلهٔ ۳۶۰۰ کیلومتری سطح زمین، روی مدار دایره‌ای‌شکل، با تندی ثابت حرکت می‌کند، برابر با ۲۰MJ است. در این حالت وزن ماهواره چند نیوتون است؟ (شعاع کرهٔ زمین ۶۴۰۰km است.)**

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

پاسخ: گزینهٔ ۲

درس‌نامه شکل زیر حرکت یک ماهواره با تندی ثابت را در ارتفاع h از سطح زمین نمایش می‌دهد. در این حرکت دایره‌ای یکنواخت، نیروی گرانشی (وزن) تأمین‌کنندهٔ نیروی مرکزگرا است.



$$F_c=\text{نیروی وزن ماهواره}\Rightarrow\frac{mv^2}{r}=mg_h$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** در حرکت دایره‌ای با تندی ثابت ماهواره به دور زمین، نیروی وزن تأمین‌کنندهٔ نیروی مرکزگرا است. به عبارت دیگر نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره، همان وزن ماهواره در آن مکان است.

$$F_c=\frac{mv^2}{r}=mg_h$$

منظور از g_h، شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین است و r شعاع حرکت دایره‌ای ماهواره نسبت به مرکز زمین است.

گام دوم: به کمک رابطهٔ $K=\frac{1}{2}mv^2$، مقدار mv^2 را به دست می‌آوریم:

$$K=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow 20\times10^6=\frac{1}{2}\times mv^2\Rightarrow mv^2=4\times10^7\ J$$

گام سوم: کافی است، r فاصلهٔ ماهواره تا مرکز زمین را به دست آوریم تا بتوانیم نیروی وزن را که در گام اول بررسی کردیم، محاسبه کنیم.

$$r=R_e+h=6400+3600=10000km=10^7m$$

$$\frac{mv^2}{r}=mg_h\Rightarrow mg_h=\frac{4\times10^7}{10^7}=4\,N$$

@konkurbanks

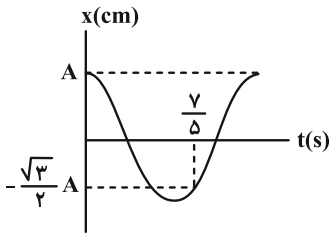
فیزیک ۳: نوسان و موج (تا پایان تشدید): صفحه‌های ۶۱ تا ۶۹ | وقت پیشنهادی: **۳۰ دقیقه**

1- نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. طول پاره‌خط نوسانگر $8cm$ و بسامد زاویه‌ای آن $\pi\frac{rad}{s}$ است. اگر متحرک در لحظهٔ t_1 از مکان $2\sqrt{3}cm$ و در جهت محور x عبور کرده و در ادامه پس از دو بار تغییر جهت در لحظهٔ t_2 از مکان $-2\sqrt{3}cm$ عبور کند، بزرگی سرعت متوسط در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) $12\sqrt{3}$ ۲) $8\sqrt{3}$

۳) $4\sqrt{3}$ ۴) $3\sqrt{3}$

2- نمودار مکان- زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به صورت شکل زیر است. در بازهٔ زمانی $t_1=0/4s$ تا $t_2=1/6s$، تندی متوسط نوسانگر چند برابر اندازهٔ سرعت متوسط آن است؟



۱) ۱

۲) ۲

۳) $\frac{3}{2}$

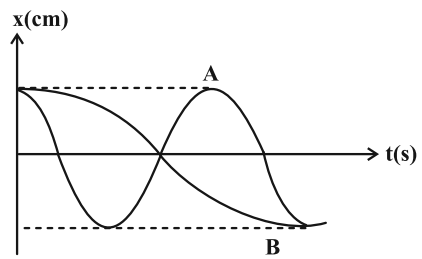
۴) ۳

3- آونگ ساده‌ای به طول $40cm$ با دامنهٔ کم به صورت هماهنگ ساده نوسان می‌کند. اگر جرم گلولهٔ آونگ $80g$ و بیشینهٔ اندازهٔ تکانهٔ آن 4×10^{-3} واحد SI باشد، دامنهٔ نوسان این آونگ چند سانتی‌متر است؟ $(g=10\frac{N}{kg})$

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۰۱

۳) ۲ ۴) ۱

4- نمودار مکان- زمان دو نوسانگر A و B که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند، مطابق شکل زیر است. نوسانگر A در مدت ۱ دقیقه طول پاره‌خطی را که روی آن حرکت نوسانی انجام می‌دهد، ۳۰ بار طی می‌کند. در مدت ۱۸۰ ثانیه، نوسانگر A چند نوسان کامل بیشتر از نوسانگر B انجام می‌دهد؟



۱) ۱۵

۲) ۴۵

۳) ۳۰

۴) ۶۰

محل انجام محاسبات

5- معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = A\cos(10\pi t)$ است. در فاصلهٔ زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 0/25s$، جهت حرکت نوسانگر چند بار تغییر کرده است؟

۱) صفر ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۳

6- بیشترین شتاب نوسانگر جرم- فنری برابر $100\frac{m}{s^2}$ و بیشترین تندی آن $2\frac{m}{s}$ است. زمان تناوب آن چند ثانیه است؟

۱) $\frac{2\pi}{5}$ ۲) $\frac{5}{2\pi}$

۳) $\frac{\pi}{25}$ ۴) $\frac{25}{\pi}$

7- معادلهٔ حرکت یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = 0/2\cos 100\pi t$ است. چند مورد از گزاره‌های زیر در مورد این متحرک درست است؟

الف) این نوسانگر در هر ثانیه، ۱۰۰ نوسان کامل انجام می‌دهد.

ب) مسافتی که این متحرک در بازهٔ زمانی $t_1 = \frac{3}{400}s$ تا $t_2 = \frac{3}{200}s$ طی می‌کند هم‌اندازه با جابه‌جایی است.

پ) در بازهٔ زمانی $t_1 = \frac{1}{800}s$ تا $t_2 = \frac{1}{500}s$ حرکت این متحرک الزاماً تندشونده است.

ت) در لحظهٔ $t = 0/0175s$ انرژی جنبشی نوسانگر در حال کاهش است.

۱) ۴ مورد ۲) ۳ مورد

۳) ۲ مورد ۴) ۱ مورد

8- هر چه اندازهٔ ارتفاع یک ساختمان بلندتر باشد، معمولاً دورهٔ نوسان طبیعی آن بیشتر می‌شود. با فرض کیفیت ساخت یکسان، در یک زمین‌لرزه احتمال تخریب کدام دسته از ساختمان‌ها بیشتر است؟

۱) ساختمان‌های کوتاه ۲) ساختمان‌های نیمه بلند

۳) ساختمان‌های بلند ۴) اظهارنظر قطعی امکان‌پذیر نیست.

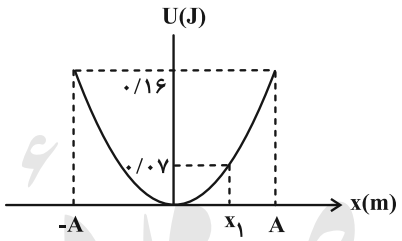
محل انجام محاسبات

9- دامنهٔ نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت فنر $۸۰\frac{N}{m}$ متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر با ۱۰cm می‌باشد. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر نوسان ۰/۱J باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چند ژول است؟ (از نیروهای اتلافی صرف‌نظر شود.)

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲

۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

10- نمودار انرژی پتانسیل نوسانگری به جرم ۲۰g برحسب مکان آن به صورت زیر است. اگر نوسانگر از مکان x_1 در مدت ۰/۲s بدون تغییر جهت به نقطهٔ تعادل خود برسد، در این مدت بزرگی شتاب متوسط نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟



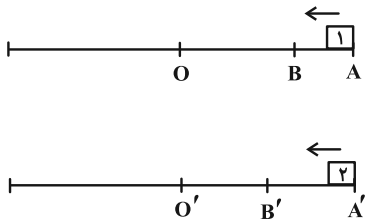
۱) ۲/۵

۲) ۴

۳) ۵

۴) ۶

11- نوسانگر (۱) با دورهٔ نوسان T در دو بازهٔ زمانی یکسان Δt مسیرهای AB و BO را طی می‌کند. نوسانگر (۲) با دورهٔ نوسان T′ روی مسیر نشان داده شده، نوسان می‌کند و مسیر A′B′ را در مدت ۲Δt طی می‌کند. $\frac{T'}{T}$ کدام است؟ $(A'B' = B'O')$



۱) $\frac{۱}{۲}$

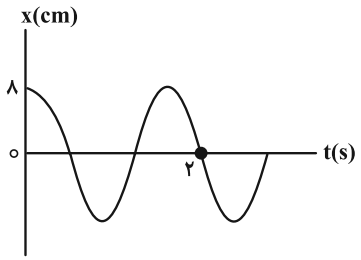
۲) ۲

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) $\frac{۲}{۳}$

محل انجام محاسبات

12- نمودار مکان- زمان یک نوسانگر مطابق شکل زیر است. چند ثانیه بعد از شروع حرکت، مسافت طی شده نوسانگر به ۲۴ سانتی‌متر می‌رسد و در این لحظه، بزرگی سرعت نوسانگر چند $\frac{cm}{s}$ است؟



۱) $\frac{۶}{۵}$ و ۱۰π

۲) $\frac{۶}{۵}$ ، ۸π

۳) $\frac{۳}{۲}$ ، ۱۰π

۴) $\frac{۳}{۲}$ ، ۸π

13- آونگی به طول L و جرم m در سطح زمین دارای دورهٔ تناوب T است. این آونگ را به سطح سیاره‌ای که شعاع آن $\frac{۱}{۴}$ شعاع زمین و جرم آن $\frac{۱}{۴}$ جرم زمین است، منتقل می‌کنیم. طول آونگ را چقدر و چگونه تغییر دهیم تا دورهٔ تناوب همان T باقی بماند؟

۱) $۳L$ افزایش دهیم

۲) $۳L$ کاهش دهیم

۳) $\frac{۳L}{۴}$ افزایش دهیم

۴) $\frac{۳L}{۴}$ کاهش دهیم

14- نوسانگری در مدت $۶۰s$ ، مسافتی به اندازهٔ ۱۸۰ برابر دامنه را طی می‌کند. اگر فاصلهٔ بین دو انتهای مسیر حرکت $۳۰cm$ باشد، تندی نوسانگر هنگام عبور از مرکز نوسان در SI کدام است؟

۱) $\frac{۶}{۱۵}\pi$

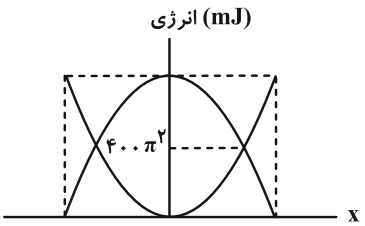
۲) $\frac{۱۵}{۶}\pi$

۳) $\frac{۹}{۴۰}\pi$

۴) $\frac{۴۰}{۹}\pi$

محل انجام محاسبات

15- نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی یک نوسانگر به جرم ۱۰۰ گرم که با بسامد ۲۵ هرتز در راستای محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر است. معادلهٔ مکان- زمان این نوسانگر در SI کدام است؟



۱) $x = ۰/۱۶\cos ۵۰\pi t$

۲) $x = ۰/۰۸\cos ۵۰\pi t$

۳) $x = ۰/۱۶\cos ۲۵\pi t$

۴) $x = ۰/۰۸\cos ۲۵\pi t$

16- جسمی به جرم ۵۰۰ گرم به فنری با ثابت $۲\frac{N}{cm}$ بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاکی حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. این جسم ۵ نوسان کامل را در مدت چند ثانیه انجام می‌دهد؟ $(\pi \simeq ۳)$

۱) ۰/۷۵ ۲) ۱/۵

۳) ۳ ۴) ۴/۵

17- دو آونگ سادهٔ A و B در سطح زمین حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند. طول آونگ A، ۲ برابر طول آونگ B و بیشینهٔ نیروی وارد بر آونگ A، نصف بیشینهٔ نیروی وارد بر آونگ B است. اگر انرژی جنبشی آونگ A در هنگام عبور از وضع تعادل، ۳ برابر انرژی جنبشی آونگ B هنگام عبور از وضع تعادل باشد، بیشینهٔ شتاب آونگ A چند برابر بیشینهٔ شتاب آونگ B است؟

۱) $\frac{۱}{۱۲}$ ۲) ۳

۳) $۶\sqrt{۲}$ ۴) ۱۲

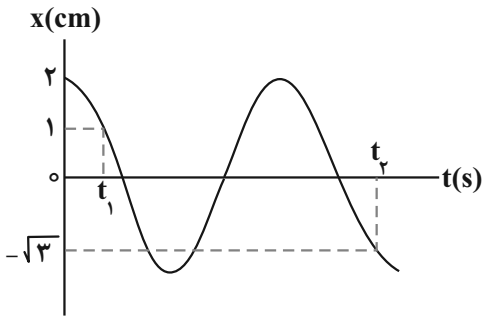
18- طول آونگ یک ساعت آونگ‌دار را ۳۶ درصد کاهش می‌دهیم. این ساعت پس از گذشت یک شبانه‌روز .....

۱) ۴/۸ ساعت عقب می‌افتد ۲) ۴/۸ ساعت جلو می‌افتد.

۳) ۶ ساعت جلو می‌افتد. ۴) ۶ ساعت عقب می‌افتد.

محل انجام محاسبات

19 - شکل زیر، نمودار مکان – زمان نوسانگری را که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، نشان می‌دهد. اگر $t_2 - t_1 = 0/2s$ باشد، بسامد نوسانگر چند هرتز است؟



۱) $\frac{۲۰}{۳}$

۲) $\frac{۳۵}{۶}$

۳) $\frac{۵}{۴}$

۴) $\frac{۲۵}{۴}$

20 - نوسانگر وزنه- فنری روی محور x و حول مبدأ مکان، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. چند مورد از گزاره‌های زیر در مورد حرکت آن صحیح است؟

الف) در لحظه‌ای که نوسانگر در حال دور شدن از مرکز تعادل است، بردارهای تکانه و مکان آن هم‌جهت‌اند.

ب) در لحظه‌ای که جهت بردار مکان نوسانگر تغییر می‌کند، انرژی جنبشی آن بیشینه است.

پ) در لحظه‌ای که بردارهای تکانه و شتاب هم‌جهت‌اند، انرژی پتانسیل نوسانگر در حال کاهش است.

ت) در لحظه‌ای که بردار نیروی وارد بر نوسانگر و بردار مکان هم‌جهت هستند، تندی در حال کاهش است.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

محل انجام محاسبات

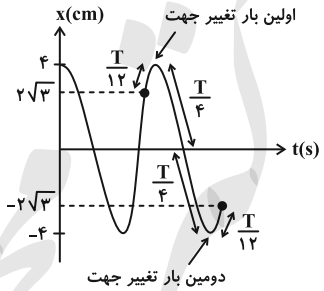
فیزیک ۳

1- **گزینهٔ «۴»** *(محمود منصوری)*

$$A=\frac{\text{طول پاره‌خط}}{۲}=\frac{۸\,cm}{۲}=۴\,cm$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{۲\pi}{\omega}\xrightarrow{\omega=\pi\frac{rad}{s}}T=\frac{۲\pi}{\pi}=۲\,s$$

با توجه به اطلاعات سؤال و این‌که نوسانگر دو بار تغییر جهت می‌دهد، نمودار آن را رسم کرده و سپس سرعت متوسط را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta x=x_۲-x_۱=-۲\sqrt{۳}-۲\sqrt{۳}=-۴\sqrt{۳}\,cm$$

$$\Delta t=\frac{T}{۱۲}+\frac{T}{۴}+\frac{T}{۴}+\frac{T}{۱۲}=\frac{۸T}{۱۲}\xrightarrow{T=۲s}\Delta t=\frac{۸\times۲}{۱۲}=\frac{۴}{۳}\,s$$

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{-۴\sqrt{۳}\,cm}{\frac{۴}{۳}s}=-۳\sqrt{۳}\,\frac{cm}{s}$$

$$|v_{av}|=۳\sqrt{۳}\,\frac{cm}{s}$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۲ تا ۶۵)

2- **گزینهٔ «۲»** *(مجتبی نکوئیان)*

با توجه به معادلهٔ مکان- زمان در حرکت هماهنگ ساده داریم:

$$x=A\cos(\frac{۲\pi}{T}t)\xrightarrow[t=\frac{۷}{۵}s]{x=-\frac{\sqrt{۳}}{۲}A}-\frac{\sqrt{۳}}{۲}A=A\cos(\frac{۲\pi}{T}\times\frac{۷}{۵})$$

$$\Rightarrow\frac{۷\pi}{۶}=\frac{۱۴\pi}{۵T}\Rightarrow T=\frac{۱۲}{۵}s\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۵\pi}{۶}\,\frac{rad}{s}$$

سپس مکان نوسانگر را در لحظات $t_۱$ و $t_۲$ به دست می‌آوریم:

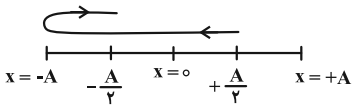
$$t_۱=۰/۴\,s\Rightarrow x_۱=A\cos(\frac{۵\pi}{۶}\times\frac{۲}{۵})$$

$$=A\cos(\frac{\pi}{۳})=\frac{A}{۲}\qquad\text{(ربع اول)}$$

$$t_۲=۱/۶\,s\Rightarrow x_۲=A\cos(\frac{۵\pi}{۶}\times\frac{۸}{۵})$$

$$=A\cos(\frac{۴\pi}{۳})=-\frac{A}{۲}\qquad\text{(ربع سوم)}$$

و در نهایت با استفاده از مسیر حرکت نوسانگر، تندی متوسط و سرعت متوسط آن را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:



$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{۲A}{۱/۲}=\frac{۵A}{۳}$$
$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=-\frac{A}{۱/۲}=-\frac{۵A}{۶}\Rightarrow\frac{s_{av}}{|v_{av}|}=۲$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۲ تا ۶۵)

3- **گزینهٔ «۴»** *(مجتبی نکوئیان)*

با توجه به رابطهٔ تکانه داریم:

$$P_{max}=mv_{max}\xrightarrow[m=۸۰g=۸\times۱۰^{-۲}kg]{P_{max}=۴\times۱۰^{-۳}kg.\frac{m}{s}}$$

$$۴\times۱۰^{-۳}=۸\times۱۰^{-۲}v_{max}\Rightarrow v_{max}=۵\times۱۰^{-۲}\,\frac{m}{s}$$

از طرفی طبق رابطهٔ بیشینه تندی در حرکت هماهنگ ساده و بسامد زاویه‌ای آونگ ساده کم‌دامنه داریم:

$$\begin{cases}v_{max}=A\omega\\ \omega=\sqrt{\frac{g}{L}}\end{cases}\Rightarrow v_{max}=A\sqrt{\frac{g}{L}}\xrightarrow[g=۱۰\frac{N}{kg}\ ,\ L=۴\times۱۰^{-۱}m]{v_{max}=۵\times۱۰^{-۲}\frac{m}{s}}$$

$$۵\times۱۰^{-۲}=A\sqrt{\frac{۱۰}{۴\times۱۰^{-۱}}}\Rightarrow A=۱۰^{-۲}m=۱cm$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۳ تا ۶۷)

4- **گزینهٔ «۳»** *(امیراحمد میرسعید)*

با توجه به نمودارهای شکل می‌توان گفت:

$$\frac{T_B}{۴}=\frac{۳T_A}{۴}\Rightarrow T_B=۳T_A$$

نوسانگر A در مدت ۱ دقیقه ۳۰ بار طول پاره‌خط را طی کرده پس ۱۵ نوسان کامل انجام داده است.

$$n_A = \frac{60}{T_A} \Rightarrow 15 = \frac{60}{T_A} \Rightarrow T_A = 4s \Rightarrow T_B = 3T_A = 12s$$

$$n'_A = \frac{180}{4} = 45$$

$$n'_B = \frac{180}{12} = 15$$

تعداد نوسان‌هایی که در مدت $180s$ نوسانگر A جلو می‌افتد، برابر است با:

$$n'_A - n'_B = 45 - 15 = 30$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۳ تا ۶۷)

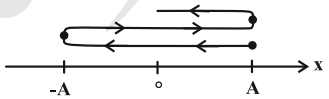
5- **گزینهٔ «۳»** *(محمد نهاوندی‌مقدم)*

ابتدا زمان‌های داده شده را در معادلهٔ حرکت جایگذاری می‌کنیم تا مکان‌های متحرک در این لحظه‌ها تعیین شود.

$$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = A\cos 0 = A$$

$$t_2 = 0/25s \Rightarrow x_2 = A\cos(10\pi \times 0/25) = A\cos 2/5\pi = 0$$

با توجه به $2/5\pi$ متوجه می‌شویم متحرک یک دور و یک ربع دور زده است که با توجه به شکل زیر داریم:



که متحرک دو بار تغییر جهت داده است.

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۶۴)

6- **گزینهٔ «۳»** *(محمد نهاوندی‌مقدم)*

از رابطهٔ شتاب بیشینه و تندی بیشینه ابتدا بسامد زاویه‌ای را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{aligned} a_{max} = A\omega^2 \Rightarrow A\omega^2 = 100\frac{m}{s^2} \\ v_{max} = A\omega \Rightarrow A\omega = 2\frac{m}{s} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \omega = 50\frac{rad}{s}$$

حال از رابطهٔ بسامد زاویه‌ای، دوره را محاسبه می‌نماییم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 50 = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{\pi}{25}s$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۳ تا ۶۷)

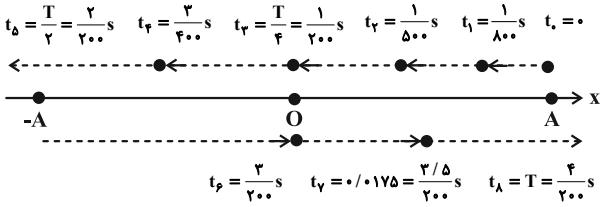
7- **گزینهٔ «۳»** *(عباس اصغری)*

براساس معادلهٔ داده شده، دوره و بسامد حرکت را محاسبه می‌کنیم:

$$x = 0/2\cos 100\pi t \Rightarrow \omega = 100\pi \quad , \quad \omega = 2\pi f$$

$$\Rightarrow \begin{cases} f = 50Hz \\ T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50}s \end{cases}$$

با توجه به مقدار بسامد می‌توان گفت که این نوسانگر در هر ثانیه ۵۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. بنابراین گزارهٔ (الف) نادرست است. اگر مسیر حرکت متحرک در محور x را همانند شکل زیر نمایش دهیم، موقعیت متحرک در لحظات نشان داده شده، مطابق شکل زیر است:



با توجه به شکل در بازهٔ زمانی $\frac{3}{400}s$ تا $\frac{3}{200}s$ جهت حرکت متحرک تغییر کرده است. بنابراین مسافت از جابه‌جایی بیشتر است، پس گزارهٔ (ب) نادرست است. در بازهٔ زمانی $\frac{1}{800}s$ تا $\frac{1}{500}s$ متحرک در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان است بنابراین حرکت آن تندشونده است. همچنین در لحظهٔ $t = 0/0175s$ متحرک در حال نزدیک شدن به انتهای مسیر است و تندی و انرژی جنبشی آن در حال کاهش است. لذا گزاره‌های (پ) و (ت) درست هستند.

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۱ تا ۶۴)

8- **گزینهٔ «۴»** *(عباس اصغری)*

در حین وقوع زمین‌لرزه اگر بسامد نوسان‌های واداشتی که توسط زمین‌لرزه ایجاد می‌شود به بسامد نوسان طبیعی سازه‌ای نزدیک‌تر باشد و با آن برابر باشد برای آن سازه تشدید رخ می‌دهد و انرژی بیشتری به آن منتقل می‌شود. لذا دامنهٔ نوسان آن سازه بیشتر شده و احتمال تخریب آن بیشتر است. بنابراین پاسخ این سؤال به این بستگی دارد که بسامد نوسان‌های واداشته ناشی از زمین‌لرزه به کدام گروه از سازه‌ها نزدیک‌تر باشد.

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۸ و ۶۹)

9- **گزینهٔ «۳»** *(شیلا شیرزادی)*

می‌دانیم که انرژی مکانیکی نوسانگر از رابطهٔ $E = \frac{1}{2}kA^2$ به دست می‌آید که در آن k، ثابت فنر و A دامنهٔ نوسان است. پس:

$$E=\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}\times 80\times(0/1)^2=40\times 0/01=0/4J$$

از طرفی می‌دانیم $E=K+U$ که در آن K انرژی جنبشی و U انرژی پتانسیل می‌باشد. پس:

$$E=K+U\Rightarrow 0/4=K+0/1\Rightarrow K=0/3J$$

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۶۶)

10- **گزینهٔ «۳»** (معصومه شریعت‌ناصری)

می‌دانیم در نقاط بازگشتی، انرژی پتانسیل بیشینه است. پس از طریق رابطه‌های انرژی جنبشی و پتانسیل می‌توانیم در نقطهٔ تعادل مقدار سرعت را به دست آوریم:

$$x=A\Rightarrow 0/16J=U_{max}\Rightarrow\begin{cases}U_{max}=K_{max}\\U_{max}=0/16\end{cases}\Rightarrow K_{max}=0/16$$

$$K_{max}=\frac{1}{2}mv_{max}^2\Rightarrow 0/16=\frac{1}{2}\times 20\times 10^{-3}\times v_{max}^2$$

$$\Rightarrow v_{max}=4\frac{m}{s}$$

حالا باید سرعت را در مکان x_1 به دست آوریم. با توجه به مقادیر E و U در این نقطه می‌توانیم مقدار K را به دست آوریم:

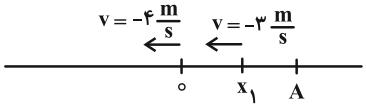
$$x_1\Rightarrow U=0/07J$$

$$E=K_{max}=U_{max}=0/16J$$

$$K=E-U=0/16-0/07=0/09J\Rightarrow K=\frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow 0/09=\frac{1}{2}\times 20\times 10^{-3}\times v^2\Rightarrow v=3\frac{m}{s}$$

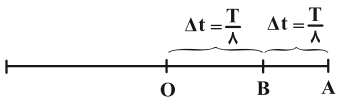
$$a_{av}=\frac{v_2-v_1}{\Delta t}=\frac{v_{max}-v}{\Delta t}=\left|\frac{-4+3}{0/2}\right|=5\frac{m}{s^2}$$



(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۳ تا ۶۷)

11- **گزینهٔ «۳»** (معصومه شریعت‌ناصری)

مدت زمانی که نوسانگر از بیشینهٔ دامنهٔ مثبت به نقطهٔ تعادل می‌رسد برابر $\frac{T}{4}$ است. چون بنابر صورت سؤال مدت زمان حرکت از A تا B با مدت زمان حرکت از B تا O یکسان است. بنابراین نوسانگر هر کدام از این مسیرها را در مدت $\frac{T}{8}$ طی می‌کند. پس داریم: $\Delta t=\frac{T}{8}$



در مسیر دوم B' وسط پاره‌خط $O'A'$ است و در واقع مکان نقطهٔ B' نصف دامنهٔ حرکت بوده و با توجه به بازه‌های زمانی خاص مدت زمان طی این مسافت برابر با $\frac{T'}{6}$ است. پس:

$$\Delta t'=\frac{T'}{6}\xrightarrow{\Delta t'=2\Delta t}2\Delta t=\frac{T'}{6}\Rightarrow\Delta t=\frac{T'}{12}$$

در نتیجه:

$$\begin{cases}\Delta t=\frac{T}{8}\\\Delta t=\frac{T'}{12}\end{cases}\Rightarrow\frac{T'}{12}=\frac{T}{8}\Rightarrow\frac{T'}{T}=\frac{12}{8}=\frac{3}{2}$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۳ و ۶۴)

12- **گزینهٔ «۱»** (علیرضا جباری)

با توجه به نمودار، دامنهٔ نوسان $8cm$ است.

$$A=8cm\ ,\ \ell=24cm=3A$$

هر بار که نوسانگر دامنه را می‌پیماید، زمان سپری شده $\frac{T}{4}$ یعنی ربع دوره است. پس وقتی ۳ برابر دامنه را می‌پیماید، زمان سپری شده $\Delta t=\frac{3T}{4}$ است.

از طرفی با توجه به نمودار داده شده می‌توان نوشت:

$$\frac{5T}{4}=2\Rightarrow T=\frac{8}{5}=1/6s$$

بنابراین:

$$\Delta t=\frac{3T}{4}=\frac{3}{4}\frac{8}{5}=\frac{6}{5}s$$

در لحظهٔ $t=\frac{3}{4}T$، نوسانگر در حال عبور از مرکز نوسان است و در این وضعیت بیشینهٔ سرعت را دارد.

$$|v_{max}| = A\omega = A \times \frac{2\pi}{T} \xrightarrow[T=1/6s]{A=8cm}$$

$$|v_{max}| = 8 \times \frac{2\pi}{1/6} = 10\pi \frac{cm}{s}$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۳ تا ۶۷)

13- **گزینهٔ «۱»** (عبدالرضا امینی‌نسب)

ابتدا تغییرات شتاب گرانشی را محاسبه می‌کنیم، سیارهٔ زمین را با اندیس e و سیارهٔ دیگر را با اندیس x نمایش می‌دهیم.

$$\frac{g_x}{g_e} = \frac{M_x}{M_e}.(\frac{R_e}{R_x})^2 = \frac{1}{4} \times 4^2 = 4$$

دورهٔ تناوب آونگ از رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به دست می‌آید. داریم:

$$\frac{T_x}{T_e} = \sqrt{\frac{g_e}{g_x} \times \frac{L_x}{L_e}} \Rightarrow 1 = \sqrt{\frac{1}{4} \times \frac{L_x}{L_e}}$$

$$\Rightarrow \frac{L_x}{L_e} = 4 \Rightarrow L_x = 4L_e$$

تغییرات طول برابر است با:

$$\Delta L = L_x - L_e = 4L - L = 3L$$

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۶۵)

14- **گزینهٔ «۳»** (عبدالرضا امینی‌نسب)

با توجه به این‌که نوسانگر در هر دورهٔ تناوب مسافتی ۴ برابر دامنه را طی می‌کند، بنابراین در مدتی که نوسانگر مسافتی به اندازهٔ ۱۸۰ برابر دامنه را طی می‌کند $\frac{180}{4} = 45$ نوسان کامل انجام می‌دهد.

$$T = \frac{\Delta t}{n} = \frac{60}{45} = \frac{4}{3}s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{4}{3}} = \frac{3\pi}{2} \frac{rad}{s}$$

سرعت نوسانگر در عبور از مرکز نوسان همان سرعت ماکزیمم است. در نتیجه داریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{A=\frac{L}{2}=15cm} v_{max} = \frac{15}{100} \times \frac{3\pi}{2} = \frac{9\pi}{40} \frac{m}{s}$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۳ و ۶۴)

15- **گزینهٔ «۲»** (زهره آقامحمدی)

ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسان را محاسبه می‌کنیم:

$$\omega = 2\pi f \xrightarrow{f=25Hz} \omega = 2\pi \times 25 = 50\pi \frac{rad}{s}$$

با توجه به نمودار، در محل تلاقی در نمودار انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی داریم:

$$U = K = 400\pi^2 mJ = 400\pi^2 \times 10^{-3} J = 0/4\pi^2 J$$

در نتیجه انرژی مکانیکی نوسانگر برابر است با:

$$E = K + U = 0/4\pi^2 + 0/4\pi^2 = 0/8\pi^2 J$$

می‌دانیم که انرژی مکانیکی نوسانگر برابر است با:

$$E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \xrightarrow[\omega=50\pi \frac{rad}{s}]{m=100g=0/1kg}$$

$$0/8\pi^2 = \frac{1}{2} \times 0/1 \times (50\pi)^2 A^2$$

$$\Rightarrow A^2 = \frac{0/8\pi^2 \times 2}{0/1 \times 2500\pi^2} = 64 \times 10^{-4} \Rightarrow A = 8 \times 10^{-2} m$$

اکنون با داشتن A و ω می‌توانیم معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر را بنویسیم:

$$x = A\cos\omega t \xrightarrow[\omega=50\pi \frac{rad}{s}]{A=0/08m} x = 0/08\cos 50\pi t$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۶ و ۶۷)

16- **گزینهٔ «۲»** (محمود منصوری)

ابتدا دوره تناوب نوسانگر را به‌دست می‌آوریم و سپس مدت زمانی را که طول می‌کشد ۵ نوسان انجام دهد، محاسبه می‌کنیم.

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\xrightarrow[k=۲۰۰\frac{N}{m}]{m=۰/۵kg\ ,\ \pi=۳}T=۲\times۳\sqrt{\frac{۰/۵}{۲۰۰}}=۲\times۳\times\frac{۱}{۲۰}=۰/۳s$$

$$n=\frac{t}{T}\xrightarrow[T=۰/۳s]{n=۵}۵=\frac{t}{۰/۳}\Rightarrow t=۱/۵s$$

(فیزیک ۳- صفحهٔ ۶۵)

17- **گزینهٔ «۲»** *(امیرحسین برادران)*

انرژی جنبشی آونگ هنگام عبور از وضع تعادل برابر با انرژی مکانیکی آونگ است.

$$E=\frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲}\xrightarrow[F_{max}=ma_{max}]{a_{max}=A\omega^{۲}}E=\frac{۱}{۲}F_{max}A$$

$$\Rightarrow\frac{E_A}{E_B}=\frac{(F_{max})_A}{(F_{max})_B}\times\frac{A_A}{A_B}\xrightarrow[E_A=۳E_B]{(F_{max})_A=\frac{۱}{۲}(F_{max})_B}$$

$$۳=\frac{۱}{۲}\times\frac{A_A}{A_B}\Rightarrow\frac{A_A}{A_B}=۶$$

اکنون با توجه به رابطهٔ شتاب بیشینه داریم:

$$a_{max}=A\omega^{۲}\Rightarrow\frac{(a_{max})_A}{(a_{max})_B}=\frac{A_A}{A_B}\times(\frac{\omega_A}{\omega_B})^{۲}$$

$$\xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{g}{L}}}\frac{(a_{max})_A}{(a_{max})_B}=\frac{A_A}{A_B}\times(\frac{L_B}{L_A})$$

$$\xrightarrow[A_A=۶A_B]{\frac{L_B}{L_A}=\frac{۱}{۲}}\frac{(a_{max})_A}{(a_{max})_B}=۶\times\frac{۱}{۲}=۳$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۶ و ۶۷)

18- **گزینهٔ «۳»** *(مریم شیخ‌ممو)*

ابتدا دورهٔ تناوب آونگ را بعد از کاهش طول آن می‌یابیم. چون طول آونگ را ۳۶ درصد کاهش داده‌ایم، می‌توان نوشت:

$$L_۲=L_۱-۰/۳۶L_۱\Rightarrow L_۲=۰/۶۴L_۱$$

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\Rightarrow\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}}\Rightarrow\frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{۰/۶۴L_۱}{L_۱}}\Rightarrow T_۲=۰/۸T_۱$$

یعنی در حالت جدید عقربهٔ ساعت‌شمار آونگ $۰/۸T_۱$ زمان نیاز دارد که یک دور کامل بزند، می‌دانیم عقربهٔ ساعت‌شمار برای دور زدن کامل ۱۲ ساعت نیاز دارد. پس می‌توان نوشت:

$$T_۲=۰/۸\times۱۲=۹/۶h$$

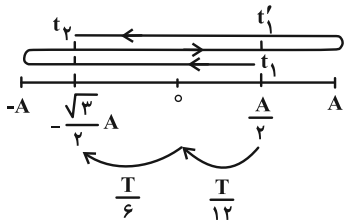
یعنی در هر ۹/۶ ساعت، عقربهٔ ساعت‌شمار ۱۲ ساعت دوران می‌کند، لذا در ۲۴ ساعت ۳۰ ساعت دوران خواهد کرد و ۶ ساعت جلو خواهد افتاد.

$$t=\frac{۲۴\times۱۲}{۹/۶}=۳۰h\Rightarrow\Delta t=۳۰-۲۴=۶h$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۷ و ۶۸)

19- **گزینهٔ «۴»** *(امیرحسین برادران)*

اگر مطابق شکل زیر، مسیر حرکت نوسانگر را رسم کنیم، می‌بینیم بازهٔ زمانی بین $t_۱$ تا $t'_۱$ برابر با یک دورهٔ تناوب (T) و بازهٔ زمانی بین $t'_۱$ و $t_۲$ برابر با $\frac{T}{۶}+\frac{T}{۱۲}$ است. بنابراین در مجموع داریم:



$$t_۲-t_۱=T+\frac{T}{۱۲}+\frac{T}{۶}=\frac{۵T}{۴}\xrightarrow{t_۲-t_۱=۰/۲s}\frac{۵T}{۴}=۰/۲s$$

$$\Rightarrow T=\frac{۰/۸}{۵}=\frac{۴}{۲۵}s\xrightarrow{f=\frac{۱}{T}}f=\frac{۱}{\frac{۴}{۲۵}}\Rightarrow f=\frac{۲۵}{۴}Hz$$

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۳ و ۶۴)

20- **گزینهٔ «۳»** *(امیرحسین برادران)*

بررسی موارد:

الف) درست؛ بردارهای تکانه و سرعت هم‌جهت‌اند. همچنین بردارهای نیرو و شتاب نیز هم‌جهت‌اند. در حرکت هماهنگ ساده زمانی که نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود تندی آن افزایش می‌یابد. در این لحظه بردارهای مکان و سرعت خلاف جهت یکدیگرند و بالعکس.

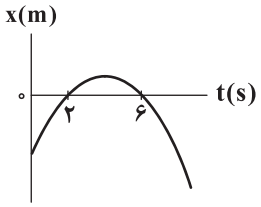
ب) درست؛ در لحظهٔ عبور از مرکز نوسان بردار مکان تغییر جهت می‌دهد و در این لحظه تندی نوسانگر بیشینه است.

پ) درست؛ در لحظه‌ای که بردارهای شتاب و سرعت هم‌جهت‌اند، نوع حرکت تندشونده و نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود. بنابراین انرژی پتانسیل آن در حال کاهش است.

ت) نادرست؛ بنابه رابطهٔ $a=-\omega^{۲}x$ همواره بردار مکان و بردار شتاب خلاف جهت یکدیگرند.

(فیزیک ۳- صفحه‌های ۶۳ تا ۶۷)

1- نمودار مکان ـ زمان متحرکی که بر روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی این متحرک در لحظهٔ $t = ۶s$ چند برابر تندی آن در لحظهٔ $t = ۱s$ است؟



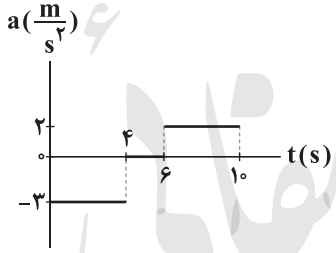
۱) ۲

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) صفر

۴) $\frac{۲}{۳}$

2- نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که با سرعت اولیهٔ $۶\frac{m}{s}$ در جهت مثبت محور x شروع به حرکت کرده، مطابق شکل زیر است. اگر مدت‌زمانی که حرکت متحرک تندشونده بوده است را با $t_۱$ و مدت‌زمانی که حرکت متحرک کندشونده بوده است را با $t_۲$ نشان دهیم، نسبت $\frac{t_۱}{t_۲}$ برابر کدام گزینه است؟



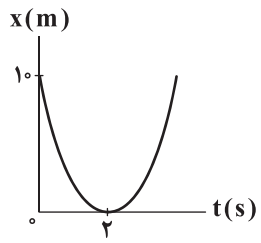
۱) ۱

۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۴}$

۴) $\frac{۳}{۵}$

3- نمودار مکان ـ زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اندازهٔ سرعت متوسط این متحرک در دو ثانیهٔ سوم حرکتش چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۶

۲) ۱۰

۳) ۱۲

۴) ۱۵

محل انجام محاسبات

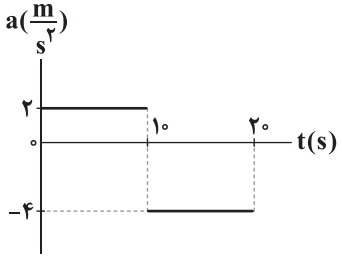
4 - متحرکی با شتاب ثابت روی محور x طی ۵ ثانیه از مکان $x_0 = -7m$ تا مکان $x = +9m$ جابه‌جا می‌شود. اگر بیشترین فاصلهٔ متحرک تا مبدأ مختصات ۱۱m بوده باشد، تندی متوسط متحرک در این حرکت چند متر بر ثانیه است؟ (سرعت متحرک تنها یک بار و از مثبت به منفی تغییر کرده است.)

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۱/۶ ۴) ۳/۲

5 - متحرکی با شتاب ثابت، روی خط راست با سرعت $10\frac{m}{s}$ شروع به حرکت کرده و پس از ۸ ثانیه، ۴۰ متر در جهت مثبت محور x جابه‌جا می‌شود. اگر متحرک به همین شکل به حرکت خود ادامه دهد، سرعت متوسطش در ۴ ثانیهٔ بعدی حرکتش چند متر بر ثانیه می‌شود؟

۱) $\frac{5}{2}$ ۲) $-\frac{5}{2}$ ۳) $\frac{5}{4}$ ۴) $-\frac{5}{4}$

6 - نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که روی محور x از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اندازهٔ سرعت متوسط این متحرک در ۴ ثانیهٔ سوم حرکتش چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۱۸
۲) ۱۶
۳) ۱۲
۴) ۱۷

7 - معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی در SI به صورت $x = 2t^2 - 4t + 5$ است. جهت بردار مکان و جهت حرکت متحرک به ترتیب از راست به چپ، چند بار تغییر می‌کند؟

۱) صفر ـ ۱ ۲) ۱ ـ صفر ۳) ۱ ـ ۱ ۴) صفر ـ صفر

8 - اتومبیلی با تندی ثابت $108\frac{km}{h}$ روی خط راست در حال حرکت است. ناگهان راننده مانعی را در فاصلهٔ ۱۵۰ متری خود می‌بیند. اگر ۰/۵ ثانیه طول بکشد تا راننده ترمز کند، حداقل اندازهٔ شتاب ترمز چند متر بر مربع ثانیه باشد تا راننده به مانع برخورد نکند؟

۱) ۳ ۲) $\frac{10}{3}$ ۳) $\frac{7}{2}$ ۴) $\frac{9}{4}$

9 - در ساختمانی که ارتفاع هر طبقهٔ آن 4m است، آسانسوری فاصلهٔ بین طبقات ۱− تا ۵ را در مدت‌زمان 4/8s طی می‌کند، بعد 2s توقف کرده و در مدت‌زمان 3/2s به طبقهٔ سوم برمی‌گردد. اندازهٔ سرعت متوسط آسانسور در کل مسیر چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۳/۲ ۲) ۱/۶ ۳) ۲ ۴) ۴

10 - اتومبیل A با سرعت ثابت $25\frac{m}{s}$ بر روی محور x در حال حرکت است. از لحظه‌ای که رانندهٔ اتومبیل A، اتومبیل B را در فاصلهٔ 1500m خود می‌بیند، 100s طول می‌کشد تا دو اتومبیل به هم برسند. سرعت اتومبیل B چند متر بر ثانیه بوده و چگونه حرکت می‌کند؟

۱) ۱۰ ـ خلاف جهت اتومبیل A ۲) ۱۰ ـ هم‌جهت با اتومبیل A ۳) ۴۰ ـ خلاف جهت اتومبیل A ۴) ۴۰ ـ هم‌جهت با اتومبیل A

محل انجام محاسبات

11 - مطابق شکل زیر، متحرک‌های (۱) و (۲) هم‌زمان در ساعت ۱۲ از نقاط A و B به ترتیب با سرعت‌های ۳v و v به سمت هم حرکت می‌کنند و در ساعت ۱۵ به هم می‌رسند. متحرک (۲) در چه ساعتی به نقطهٔ A می‌رسد؟

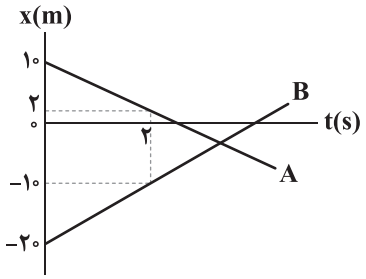
۱) ۴

۲) ۶

۳) ۹

۴) ۲۴

12 - نمودار مکان ــ زمان دو متحرک A و B که بر روی محور x حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. در لحظه‌ای که $x_A = -2x_B$ است، فاصلهٔ دو متحرک از یک‌دیگر چند متر است؟



۱) ۱۰

۲) ۵

۳) ۱۵

۴) ۲۰

13 - چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف) نیروهای عمل و عکس‌العمل، حتماً باید به دو جسم وارد شوند و لزوماً هم‌نوع نیستند.

ب) به خاصیتی که اجسام میل دارند وضعیت حرکت خود را حفظ کنند تا هنگامی که نیروی خالص بر آن‌ها وارد نشود را اصطکاک می‌نامیم.

ج) حداقل نیروی لازم برای به حرکت درآوردن یک جسم ساکن روی سطح همان $f_{s,max}$ است.

د) نیرو، حاصل برهم‌کنش دو جسم با یک‌دیگر است.

ه) همواره ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح بیشتر از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح است، زیرا جسم در حال حرکت می‌باشد.

و) در سقوط یک چترباز از ارتفاع معین، هرچه تندی حرکت آن بیشتر شود، نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت آن نیز بیشتر می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

14 - نیرویی به بزرگی F، به جسمی به جرم m_1، شتاب $8\frac{m}{s^2}$ و نیرویی به بزرگی 2F به جسمی به جرم m_2، شتاب $12\frac{m}{s^2}$ می‌دهد. نیرویی به بزرگی 4F به جسمی به جرم $\frac{m_1}{3}+\frac{m_2}{4}$، چه شتابی در واحد SI خواهد داد؟

۱) ۴۸ ۲) ۳۶ ۳) ۲۴ ۴) ۱۲

محل انجام محاسبات

15 - جسمی به جرم ۴۰۰ گرم، تنها تحت تأثیر سه نیرو به اندازه‌های $F_1 = 5N$ و $F_2 = 8N$ و $F_3 = 12N$ قرار دارد و هر سه نیرو متوازن هستند. اگر اندازهٔ هر سه نیرو دو برابر شده و جهت نیروی $\vec{F}_1$ عکس شود، جسم تحت تأثیر نیروهای جدید، چه شتابی در واحد SI و با چه جهتی خواهد گرفت؟

۱) ۱۰۰ ـ در خلاف جهت اولیهٔ نیروی $\vec{F}_1$

۲) ۵۰ ـ در خلاف جهت اولیهٔ نیروی $\vec{F}_1$

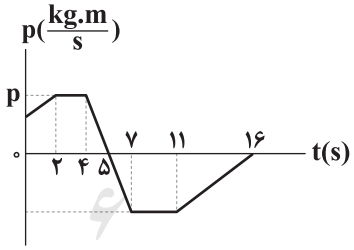
۳) ۱۰۰ ـ هم‌جهت با نیروی اولیهٔ $\vec{F}_1$

۴) ۵۰ ـ هم‌جهت با نیروی اولیهٔ $\vec{F}_1$

16 - نیروسنجی به سقف یک آسانسور متصل است. یک جسم به جرم ۷kg را به آن آویزان کرده‌ایم. آسانسور از طبقهٔ همکف به راه می‌افتد و در طبقهٔ چهارم متوقف می‌شود. اگر اندازهٔ شتاب در هنگام به حرکت درآمدن در طبقهٔ همکف و اندازهٔ شتاب توقف در طبقهٔ چهارم برابر با $۳/۵ \frac{m}{s^2}$ باشد، اختلاف بیشترین و کم‌ترین عددی که نیروسنج نشان می‌دهد، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

۱) ۴۵/۵ ۲) ۴۹ ۳) ۹۴/۵ ۴) ۹۹

17 - نمودار تکانه ـ زمان برای یک متحرک به جرم ۴kg، مطابق شکل زیر است. این جسم در کل مدت حرکتش چند ثانیه حرکت کندشونده داشته است؟



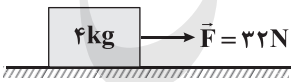
۱) ۴

۲) ۵

۳) ۶

۴) ۱۱

18 - مطابق شکل زیر، بر جسمی به جرم ۴kg، نیروی $\vec{F}$ به بزرگی ۳۲N وارد می‌شود. اگر ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین سطح افقی و جسم به ترتیب برابر با ۰/۵ و ۰/۳ باشند، اندازهٔ نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$



۱) $۸\sqrt{۴۱}$

۲) $۴\sqrt{۱۰۹}$

۳) $۲۰\sqrt{۵}$

۴) ۱۲

19 - دو گلولهٔ A و B با حجم یکسان از ارتفاع بسیار بلندی در هوا هم‌زمان رها می‌شوند. اگر $\rho_A > \rho_B$ و تندی حدی گلوله‌های A و B به ترتیب برابر s_A و s_B باشد، کدام مقایسه در مورد تندی این دو گلوله صحیح است؟

۱) $s_A < s_B$

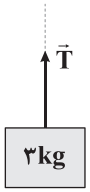
۲) $s_A > s_B$

۳) $s_A = s_B$

۴) نمی‌توان اظهارنظر کرد.

محل انجام محاسبات

20 - مطابق شکل زیر، با طناب سبک و محکمی، جعبه‌ای ساکن به جرم $۳kg$ را با شتاب ثابت $۱\frac{m}{s^۲}$ رو به بالا به حرکت درمی‌آوریم و در میانهٔ مسیر، با شتاب ثابت $۱\frac{m}{s^۲}$ به حال سکون می‌رسانیم. اندازهٔ اختلاف نیروی کشش طناب در این دو حالت چند نیوتون است؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg})$



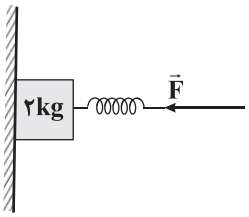
۱) ۷

۲) ۶

۳) ۳

۴) صفر

21 - در شکل زیر، با اعمال نیروی افقی $\vec{F}$ به فنر سبکی که طول عادی آن $۱۳cm$ است، جسمی به جرم $۲kg$ را طوری به دیوار قائم می‌فشاریم که جسم در آستانهٔ حرکت رو به پایین قرار گیرد. طول فنر در این حالت، به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg}, \mu_s=۰/۴, k_{فنر}=۱۰۰۰\frac{N}{m})$



۱) ۵

۲) ۸

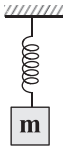
۳) ۱۸

۴) ۱۳

22 - یک ماهواره، در مداری که فاصله‌اش از سطح زمین برابر با شعاع کرهٔ زمین است، در حال حرکت به دور زمین می‌باشد. جسمی به جرم $۴kg$ را روی ترازویی درون این ماهواره قرار می‌دهیم. نیروی وزن جسم در آن نقطه و عددی که ترازو نشان می‌دهد، به ترتیب از راست به چپ برحسب نیوتون در کدام گزینه به درستی آمده‌اند؟ (شتاب جاذبه در سطح زمین را $۱۰\frac{N}{kg}$ در نظر بگیرید.)

۱) ۱۰ و ۱۰ ۲) ۱۰ و صفر ۳) ۴۰ و ۴۰ ۴) ۴۰ و صفر

23 - وزنه‌ای به جرم m به فنری با جرم ناچیز و ثابت k در راستای قائم متصل است و مجموعه در حالت تعادل قرار دارد. وزنه را از حالت تعادل به سمت پایین می‌کشیم و رها می‌کنیم تا مجموعه نوسان هماهنگ ساده انجام دهد. اگر بیشینه و کمینهٔ طول فنر در این حالت به ترتیب $۱۲cm$ و $۸cm$ باشد، بیشینهٔ تندی وزنه چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ (طول فنر در حالت عادی $۹cm$ است و $g=۱۰\frac{N}{kg}$)



۱) $۲\sqrt{۱۰}$

۲) $۵\sqrt{۱۰}$

۳) $۱۰\sqrt{۱۰}$

۴) $۲۰\sqrt{۱۰}$

محل انجام محاسبات

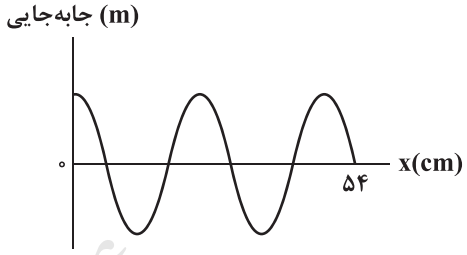
24 - دو ماهواره A و B با جرم برابر در مدارهایی دایره‌ای‌شکلی به دور زمین می‌چرخند. اگر اندازهٔ نیروی مرکزگرای وارد بر ماهوارهٔ A، ۴ برابر اندازهٔ نیروی مرکزگرای وارد بر ماهوارهٔ B باشد، انرژی جنبشی ماهوارهٔ A چند برابر انرژی جنبشی ماهوارهٔ B است؟

۱) ۴ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

25 - یک سکه روی صفحهٔ گردان، ساکن است و همراه آن می‌گردد. اگر حداکثر اندازهٔ شتاب مرکزگرای دوران برای آن‌که سکه نلغزد، برابر $۳\ \frac{m}{s^۲}$ باشد، ضریب اصطکاک سکه با سطح برابر کدام گزینه است؟

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۱ ۴) داده‌ها کافی نیست.

26 - شکل زیر، نمودار جابه‌جایی مکانِ موج عرضی عبوری از یک ریسمان کشیده‌شده را نشان می‌دهد. هر نقطه از ریسمان در مدت یک دورهٔ تناوب مسافت ۱۶cm را طی می‌کند. نسبت بیشینهٔ سرعت نوسان هر کدام از نقاط ریسمان به سرعت انتشار موج در ریسمان برابر کدام گزینه است؟



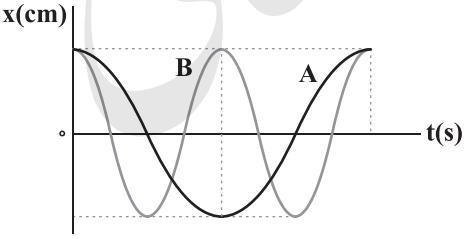
۱) $\frac{\pi}{۹}$

۲) $\frac{\pi}{۶}$

۳) $\frac{\pi}{۴}$

۴) $\frac{\pi}{۳}$

27 - نمودار مکان ـ زمان دو نوسانگر هماهنگ سادهٔ A و B به صورت زیر است. اگر بیشینهٔ انرژی جنبشی این دو نوسانگر، یکسان باشد، جرم نوسانگر A چند برابر جرم نوسانگر B می‌باشد؟



۱) $\frac{۱}{۴}$

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) ۲

۴) ۴

28 - طول موج برای موج عرضی ایجادشده توسط یک دیاپازون در یک تار برابر ۳m است. اندازهٔ نیروی کشش این تار را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا طول موج ایجادشده در آن توسط همان دیاپازون، به اندازهٔ ۳۰cm افزایش یابد؟

۱) ۲۱ ـ افزایش ۲) ۱۰ ـ افزایش ۳) ۱۰ ـ کاهش ۴) ۲۱ ـ کاهش

محل انجام محاسبات

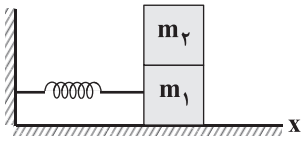
29 - معادلهٔ مکان ــ زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به صورت $x = ۳a\cos(\omega t)$ می‌باشد. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر، n برابر بیشینهٔ انرژی پتانسیل آن است، تندی نوسانگر v است. بیشینه شتاب این نوسانگر برابر کدام گزینه است؟

۱) $(\frac{v}{۳an})^۲$ ۲) $\frac{v^۲}{۳an}$ ۳) $\frac{v^۲}{an}$ ۴) $(\frac{v}{an})^۲$

30 - نوسانگری روی پاره‌خطی به طول d، حرکت هماهنگ ساده با بسامد ۲۵ هرتز انجام می‌دهد. کم‌ترین مدتی که نوسانگر می‌تواند مسافت $\frac{\sqrt{۳}d}{۲}$ را طی کند، چند ثانیه است؟

۱) $\frac{۱}{۳۰}$ ۲) $\frac{۱}{۴۵}$ ۳) $\frac{۱}{۶۰}$ ۴) $\frac{۱}{۷۵}$

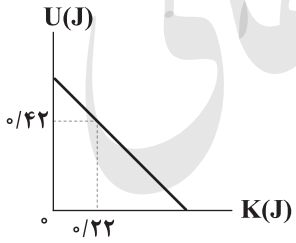
31 - مطابق شکل زیر، مجموعهٔ دو جسم، با هم روی سطح افقی بدون اصطکاک، نوسان هماهنگ ساده انجام می‌دهند. هنگامی که به یک نقطهٔ بازگشتی می‌رسند، جسم با جرم $m_۲$ از روی جسم با جرم $m_۱$ برداشته می‌شود. در این صورت بیشینهٔ انرژی جنبشی $m_۱$ در حالت دوم، چند برابر بیشینهٔ انرژی جنبشی مجموعه در حالت اول است؟ $(m_۱ = m_۲ = ۳۰۰g)$



۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۲) $\sqrt{۲}$

۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۱

32 - نمودار تغییرات انرژی پتانسیل کشسانی بر حسب انرژی جنبشی یک نوسانگر که بر روی پاره‌خطی به طول ۸ سانتی‌متر، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر است. اگر جرم این نوسانگر برابر با ۶۰۰g باشد، فرکانس نوسان آن چند هرتز است؟ $(\pi = ۳)$



۱) $\frac{۹\sqrt{۳۰}}{۱۰}$

۲) $\frac{۱۰\sqrt{۳۰}}{۹}$

۳) $\frac{۲۰\sqrt{۳}}{۹}$

۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۹}$

33 - اندازهٔ بیشینهٔ شتاب گلولهٔ یک آونگ سادهٔ در حال نوسان برابر با $۷۰\frac{m}{s^۲}$ و بیشینهٔ تندی آن برابر با $۱۴\frac{m}{s}$ است. طول این آونگ چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

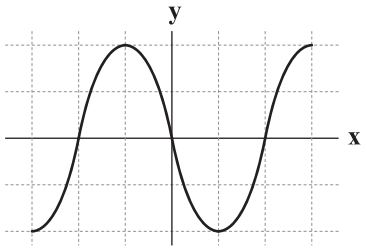
۱) ۴ ۲) ۴۰ ۳) ۲۵ ۴) ۵

محل انجام محاسبات

34- دو سامانهٔ جرم ـ فنر دارای حرکت هماهنگ ساده با دامنهٔ نوسان‌های برابر می‌باشند. اگر نسبت اندازهٔ بیشینهٔ تکانهٔ سامانهٔ (۲) به اندازهٔ بیشینهٔ تکانهٔ سامانهٔ (۱) برابر با ۳ و بیشینهٔ انرژی جنبشی آن‌ها با هم برابر باشد، نسبت دورهٔ سامانهٔ (۱) به دورهٔ سامانهٔ (۲) برابر کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) ۳ ۳) ۹ ۴) $\frac{۱}{۹}$

35- شکل زیر، موجی عرضی را نشان می‌دهد که با تندی v در یک طناب پیش می‌رود. در این موج، بیشینهٔ تندی ذرات طناب چند برابر تندی انتشار موج در طناب است؟ (مقیاس‌های روی محور را هم‌اندازه فرض کنید.)



۱) $\frac{۱}{\pi}$

۲) $\frac{۲}{\pi}$

۳) $\frac{\pi}{۲}$

۴) π

محل انجام محاسبات

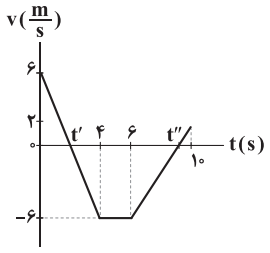
فیزیک

۴ 1- با توجه به نمودار مکان ـ زمان داده‌شده در سؤال، سرعت متحرک در لحظهٔ $t=4s$ صفر شده است و سرعت آن نیز در هر ثانیه به اندازهٔ a تغییر می‌کند. در لحظهٔ $t=6s$ سرعت متحرک معادل $-2a$ و در لحظهٔ $t=1s$ سرعت متحرک معادل $3a$ است، بنابراین با توجه به این‌که تندی در سؤال خواسته شده است، داریم:

$$\frac{|v_6|}{|v_1|}=\frac{2a}{3a}=\frac{2}{3}$$

دقت کنید: برای به دست آوردن سرعت در لحظات $t=1s$ و $t=6s$، مبدأ را لحظهٔ $t=4s$ در نظر گرفتیم چرا که در آن سرعت برابر صفر است.

۴ 2- ابتدا به کمک نمودار شتاب ـ زمان، نمودار سرعت ـ زمان حرکت متحرک را رسم می‌کنیم. سرعت اولیهٔ متحرک برابر با $v_0=+6\frac{m}{s}$ است و در ۴ ثانیهٔ اول که شتاب $-3\frac{m}{s^2}$ است، به اندازهٔ $12\frac{m}{s}$ از سرعت اولیه کم می‌شود. سپس سرعت برای ۲ ثانیه ثابت می‌ماند و در ۴ ثانیهٔ آخر که شتاب $+2\frac{m}{s^2}$ است، به اندازهٔ $8\frac{m}{s}$ به سرعت اضافه می‌شود:



با توجه به نمودار از t' تا $4s$ و هم‌چنین از t'' تا $10s$، حرکت متحرک تندشونده و از 0 تا t' و از $6s$ تا t''، حرکت متحرک کندشونده است.

در مرحلهٔ بعد باید مقادیر t' و t'' را محاسبه کنیم:

$$\text{از صفر تا } 4s \Rightarrow a=-3\frac{m}{s^2} \xrightarrow{\text{از } t=0 \text{ تا } t'} -3=\frac{0-6}{t'} \Rightarrow t'=2s$$

$$\text{از } 6s \text{ تا } 10s \Rightarrow a=2\frac{m}{s^2} \xrightarrow{\text{از } t=10s \text{ تا } t''} 2=\frac{2}{10-t''}$$

$$\Rightarrow 20-2t''=2 \Rightarrow t''=9s$$

بنابراین از $t'=2s$ تا $4s$ و هم‌چنین از $t''=9s$ تا $10s$ حرکت تندشونده است، بنابراین: $t_1=3s$

هم‌چنین از 0 تا $t'=2s$ و از $6s$ تا $t''=9s$ حرکت کندشونده است، بنابراین: $t_2=5s$

در نتیجه نسبت خواسته‌شده برابر است با: $\frac{t_1}{t_2}=\frac{3}{5}$

۴ 3- ابتدا به کمک تکنیک حرکت معکوس از $t=2s$ تا $t=0$ اندازهٔ شتاب حرکت را پیدا می‌کنیم:

$$\Delta x=\frac{1}{2}at^2+\cancel{v_0}t \Rightarrow 10=\frac{1}{2}a\times 2^2 \Rightarrow a=5\frac{m}{s^2}$$

حال می‌توانیم سرعت اولیهٔ متحرک را به دست آوریم:

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 5=\frac{0-v_0}{2} \Rightarrow v_0=-10\frac{m}{s}$$

دو ثانیهٔ سوم، یعنی بازهٔ زمانی $t=4s$ تا $t=6s$، بنابراین:

$$\begin{cases} x_4=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0 \Rightarrow x_4=\frac{1}{2}\times 5\times 4^2-10\times 4+10 \Rightarrow x_4=10m \\ x_6=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0 \Rightarrow x_6=\frac{1}{2}\times 5\times 6^2-10\times 6+10 \Rightarrow x_6=40m \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av}=\frac{x_6-x_4}{2}=\frac{40-10}{2}=\frac{30}{2}=15\frac{m}{s}$$

۲ 4- ابتدا باید با توجه به اطلاعات سؤال، مسیر حرکت متحرک را مشخص کنیم. از آن‌جا که متحرک از مکان $x_0=-7m$ تا مکان $x=+9m$ رفته و بیشترین فاصله از مبدأ نیز به ۱۱ متر رسیده داریم:

مسافت طی‌شده $=l=16+2+2=20m$

تندی متوسط متحرک در این بازه برابر است با:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{20}{5}=4\frac{m}{s}$$

۲ 5- ابتدا به کمک معادلهٔ مستقل از شتاب، سرعت متحرک را در لحظهٔ $t=8s$ به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} v_{av}=\frac{v_1+v_0}{2} \\ v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{v_1+v_0}{2}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{v_1+10}{2}=\frac{40}{8} \Rightarrow v_1+10=10 \Rightarrow v_1=0$$

شتاب حرکت متحرک برابر است با:

$$a_{av}=a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{0-10}{8}=\frac{-10}{8}=-\frac{5}{4}\frac{m}{s^2}$$

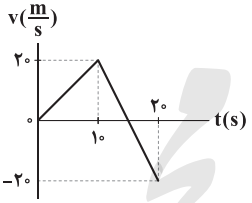
حال به کمک معادلهٔ سرعت ـ زمان در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متحرک را در لحظهٔ $t=12s$ به دست می‌آوریم:

$$v=at+v_0 \Rightarrow v_2=-\frac{5}{4}\times 12+10=-5\frac{m}{s}$$

بنابراین سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t=8s$ تا $t=12s$ برابر است با:

$$\Rightarrow v_{av}=\frac{v_1+v_2}{2}=\frac{0+(-5)}{2}=-\frac{5}{2}\frac{m}{s}$$

6- **۴** ابتدا به کمک نمودار شتاب ـ زمان، نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم می‌کنیم. متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده $(v_0=0)$ و ابتدا ۱۰ ثانیه با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند و سرعتش $20\frac{m}{s}$ افزایش می‌یابد، سپس با شتاب $-4\frac{m}{s^2}$ به مدت ۱۰ ثانیه حرکت می‌کند و سرعتش $40\frac{m}{s}$ کاهش می‌یابد.



می‌توانیم ابتدا جابه‌جایی متحرکی در بازهٔ زمانی $t=8s$ تا $t=10s$ و سپس جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی $t=10s$ تا $t=12s$ را محاسبه کنیم:

$$\begin{cases} t=8s \text{ تا } t=0: \Delta x=\frac{1}{2}\times 2\times 8^2=64m \\ t=10s \text{ تا } t=0: \Delta x=\frac{1}{2}\times 2\times (10)^2=100m \end{cases}$$

$$\xrightarrow{t=10s \text{ تا } t=8s} \Delta x_1=100-64=36m$$

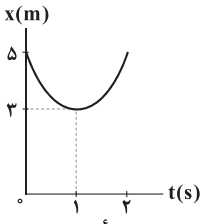
$$t=12s \text{ تا } t=10s: \Delta x_2=\frac{1}{2}\times(-4)\times 2^2+20\times 2=32m$$

حال می‌توان به راحتی سرعت متوسط را پیدا کرد:

$$v_{av}=\frac{\Delta x_1+\Delta x_2}{\Delta t}=\frac{36+32}{4}=17\frac{m}{s}$$

7- **۱** برای پاسخ به این سؤال باید نمودار مکان ـ زمان متحرک را رسم کنیم. معادلهٔ مکان ـ زمان داده‌شده یک معادلهٔ درجهٔ ۲ است، بنابراین شکل آن به صورت یک سهمی است، بنابراین:

$$\begin{cases} t_1=-\frac{b}{2a}=+\frac{4}{4}=1 \Rightarrow x_1=3m \\ t_2=0 \Rightarrow x_2=0+0+5 \Rightarrow x_2=5m \end{cases}$$



همان‌طور که مشاهده می‌شود جهت بردار مکان (برداری که مبدأ را به مکان جسم وصل می‌کند) همواره مثبت است و تغییر جهت نمی‌دهد. اما جهت حرکت متحرک یک بار در لحظهٔ $t=1s$ از منفی به مثبت تغییر جهت می‌دهد.

8- **۲** ابتدا سرعت را به متر بر ثانیه تبدیل می‌کنیم:

$$108\div 3/6=30\frac{m}{s}$$

هم‌چنین راننده ۰/۵ ثانیه در واکنش خود تأخیر داشته و در این ۰/۵ ثانیه اتومبیل به اندازهٔ $15m$ به سمت مانع حرکت کرده است و پس از آن شروع به ترمز کرده است، یعنی فاصلهٔ بین اتومبیل و مانع در واقع ۱۳۵ متر است.

به کمک معادلهٔ سرعت ـ جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت داریم: (سرعت نهایی اتومبیل صفر خواهد بود.)

$$v^2-v_0^2=2a\Delta x \Rightarrow 0-(30)^2=2\times a\times 135 \Rightarrow a=-\frac{10}{3} \Rightarrow |a|=\frac{10}{3}\frac{m}{s^2}$$

9- **۲** در جابه‌جایی از طبقهٔ ۱− تا طبقهٔ ۵، آسانسور ۶ طبقه را طی کرده است، از طرفی ارتفاع هر طبقه برابر با ۴ متر است، بنابراین:

$$\Delta x_1=6\times 4=24m$$

جابه‌جایی آسانسور از طبقهٔ ۵ به طبقهٔ ۳ نیز معادل ۲ طبقه و برابر است با:

$$|\Delta x_3|=2\times 4=8m$$

ولی چون خلاف جهت قبلی و رو به پایین برمی‌گردد، جابه‌جایی آن منفی است:

$$\Delta x_3=-8m$$

مدت‌زمانی که آسانسور توقف داشته جابه‌جایی آن صفر بوده $(\Delta x_2=0)$، ولی $\Delta t_2=2s$ است.

سرعت متوسط در کل مسیر برابر است با:

$$v_{av}=\frac{\Delta x_{کل}}{\Delta t_{کل}}=\frac{\Delta x_1+\Delta x_2+\Delta x_3}{\Delta t_1+\Delta t_2+\Delta t_3} \xrightarrow{\substack{\Delta x_1=24m,\Delta x_2=0,\Delta x_3=-8m \\ \Delta t_1=4/8s,\Delta t_2=2s,\Delta t_3=3/2s}}$$

$$v_{av}=\frac{24+0+(-8)}{4/8+2+3/2}=\frac{16}{10}=1/6\frac{m}{s}$$

10- **۲** ابتدا با توجه به فاصله و زمان داده‌شده در سؤال، سرعت نسبی دو اتومبیل را از $\Delta x=v_{نسبی}\times\Delta t$ به دست می‌آوریم:

$$\Delta x=v_{نسبی}\times\Delta t \xrightarrow[\Delta t=100s]{\Delta x=1500m} 1500=v_{نسبی}\times 100$$

$$\Rightarrow v_{نسبی}=15\frac{m}{s}$$

با توجه به آن‌که سرعت نسبی کم‌تر از سرعت اتومبیل A است $(v_{نسبی}<v_A)$، پس دو متحرک هم‌جهت حرکت کرده‌اند و سرعت‌هایشان از هم کم شده است، بنابراین v_B برابر است با:

$$v_{نسبی}=v_A-v_B \Rightarrow 15=25-v_B \Rightarrow v_B=10\frac{m}{s}$$

11- **۴** چون دو متحرک خلاف جهت هم حرکت می‌کنند، سرعت نسبی آن‌ها برابر با حاصل جمع سرعت‌های آن‌ها است:

$$v_{نسبی}=v_A+v_B=3v+v=4v$$

چون دو متحرک ساعت ۱۲ به راه افتاده‌اند و ساعت ۱۵ به هم رسیده‌اند، پس ۳ ساعت طول کشیده است تا دو متحرک به یک‌دیگر برسند.

بنابراین به کمک رابطهٔ $\Delta x=v_{نسبی}\times\Delta t$ فاصلهٔ دو متحرک را به دست می‌آوریم:

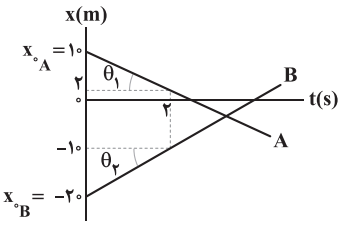
$$\Delta x_{AB}=v_{نسبی}\times\Delta t=4v\times 3=12v$$

با توجه به آن‌که $v_2=v$ است، حساب می‌کنیم چه مدت طول می‌کشد، متحرک (۲) کل مسیر را از B تا A طی کند:

$$\Delta x_{AB}=v_2\times\Delta t \Rightarrow 12v=v\times\Delta t \Rightarrow \Delta t=12h$$

متحرک (۲) ساعت ۱۲ شروع به حرکت کرده و پس از $12h$ به نقطهٔ A می‌رسد، پس متحرک (۲) ساعت ۲۴ به نقطهٔ A می‌رسد.

-12 **۳** ابتدا به کمک شیب نمودار مکان ـ زمان، سرعت هر متحرک را به دست می‌آوریم:



چون نمودار A نزولی است و شیب آن منفی است، بنابراین:

$$v_A=\tan\theta_1=\frac{8}{2}=4\Rightarrow v_A=-4\frac{m}{s}$$

نمودار B صعودی است و شیب آن مثبت است، بنابراین:

$$v_B=\tan\theta_2=\frac{10}{2}=5\Rightarrow v_B=+5\frac{m}{s}$$

با توجه به نمودار مکان ـ زمان داده‌شده متوجه می‌شویم که هر دو متحرک با سرعت ثابت حرکت می‌کند، در نتیجه معادلهٔ مکان ـ زمان هر متحرک را به صورت $x=vt+x_\circ$ می‌نویسیم:

$$x_A=v_At+x_{\circ A}\xrightarrow{v_A=-4\frac{m}{s},\ x_{\circ A}=10m}x_A=-4t+10$$

$$x_B=v_Bt+x_{\circ B}\xrightarrow{v_B=5\frac{m}{s},\ x_{\circ B}=-20m}x_B=5t-20$$

معادلات به دست‌آمده را در رابطهٔ $x_A=-2x_B$ قرار می‌دهیم و زمان را به دست می‌آوریم:

$$x_A=-2x_B\Rightarrow -4t+10=-2\times(5t-20)$$

$$\Rightarrow -4t+10=-10t+40\Rightarrow 6t=30\Rightarrow t=5s$$

برای محاسبهٔ فاصلهٔ دو متحرک باید لحظهٔ به دست‌آمده را در معادلات مکان ــ زمان هر یک قرار داده و مکان هر کدام را به دست آوریم و از هم کم کنیم تا فاصلهٔ آن‌ها به دست آید:

$$\begin{cases}x_A=-4t+10\xrightarrow{t=5s}x_A=-4\times5+10=-10m\\ x_B=5t-20\xrightarrow{t=5s}x_B=5\times5-20=5m\end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{فاصله}=|x_A-x_B|=|-10-5|=15m$$

-13 **۲** عبارت‌های «ج»، «د» و «و» درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) نیروهای عمل و عکس‌العمل به دو جسم مختلف وارد می‌شوند و **باید هم‌نوع باشند**.

ب) این خاصیت، خاصیت **لختی** نامیده می‌شود.

ه) همواره ضریب اصطکاک ایستایی میان دو سطح بیشتر از ضریب اصطکاک جنبشی بین همان دو سطح است ($\mu_s>\mu_k$) و ارتباطی به در حرکت بودن جسم ندارد.

-14 **۱** طبق قانون دوم نیوتون، برای جسم m_1 می‌توان نوشت:

$$F=ma\Rightarrow F=m_1\times8\Rightarrow m_1=\frac{F}{8}\quad(1)$$

طبق قانون دوم نیوتون، برای جسم m_2 داریم:

$$2F=m_2\times12\Rightarrow m_2=\frac{F}{6}\quad(2)$$

بنابراین طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$4F=(\frac{m_1}{3}+\frac{m_2}{4})a\xrightarrow{(2),(1)}4F=(\frac{F}{24}+\frac{F}{24})a\Rightarrow a=\frac{4F}{\frac{2F}{24}}$$

$$\Rightarrow a=48\frac{m}{s^2}$$

-15 **۲** اگر n نیروی متوازن به جسمی وارد شوند، با حذف یکی از آن‌ها، برایند بقیهٔ نیروها، هم‌اندازه با نیروی حذف‌شده ولی در جهت عکس آن خواهد بود. پس با قرینه شدن یکی از نیروها، برایند بقیهٔ نیروها، دو برابر نیروی قرینه‌شده و در جهت عکس آن خواهد شد.

چون در این سؤال ابتدا اندازهٔ نیروها نیز دو برابر شده بود، پس برایند نیروها، چهار برابر اندازهٔ نیروی $\vec{F}_1$ خواهد شد و داریم:

$$F_{net}=4F_1=4\times5=20N$$

با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net}=ma\Rightarrow a=\frac{F_{net}}{m}=\frac{20}{0/4}=50\frac{m}{s^2}$$

جسم تحت تأثیر نیروی خالص وارد بر آن و در جهت برایند نیروهای واردشده شتاب می‌گیرد؛ پس با توجه به این‌که جهت نیروی برایند، عکس نیروی $\vec{F}_1$ است، شتاب نیز در خلاف جهت اولیهٔ نیروی $\vec{F}_1$ خواهد بود.

-16 **۲** در هنگام شروع حرکت آسانسور رو به بالا، شتاب داخل آسانسور $g_1'=g+a$ می‌باشد، پس عددی که نیروسنج در این حالت نشان می‌دهد، برابر است با:

$$W_1'=mg_1'=m(g+a)=7\times(10+3/5)=7\times13/5=94/5N$$

در هنگام توقف آسانسور در طبقهٔ چهارم، شتاب داخل آسانسور $g_2'=g-a$ خواهد بود، پس عددی که نیروسنج در این حالت نشان می‌دهد، برابر است با:

$$W_2'=mg_2'=m(g-a)=7\times(10-3/5)=7\times6/5=45/5N$$

بنابراین اختلاف بیشترین و کم‌ترین عدد نشان داده‌شده توسط نیروسنج برابر است با:

$$\Delta W'=W_1'-W_2'=94/5-45/5=49\Rightarrow\Delta W'=49N$$

-17 **۳** می‌دانیم رابطهٔ تکانه به صورت $\vec{p}=m\vec{v}$ است. بنابراین نمودار تکانه ـ زمان، ضریبی از نمودار سرعت ـ زمان است، در نتیجه می‌توان به سادگی بدون توجه به تکانه ـ زمان بودن نمودار، نوع حرکت را مشخص کرد.

هرگاه نمودار سرعت ـ زمان یا تکانه ـ زمان یک متحرک، به محور t نزدیک شود، حرکت آن کندشونده و هرگاه نمودار سرعت ـ زمان یا تکانه ـ زمان یک متحرک از محور t دور شود، حرکت آن تندشونده خواهد بود، بنابراین:

از $t=0$ تا $t=2s$، حرکت تندشونده، از $t=2s$ تا $t=4s$، حرکت یکنواخت، از $t=4s$ تا $t=5s$، حرکت کندشونده، از $t=5s$ تا $t=7s$، حرکت تندشونده، از $t=7s$ تا $t=11s$، حرکت یکنواخت و از $t=11s$ تا $t=16s$، حرکت کندشونده است. **پس در مجموع، متحرک در کل حرکتش به مدت ۶ ثانیه حرکت کندشونده داشته است.**

-18 **۲** با مقایسهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی ($f_{s,max}$) با اندازهٔ نیروی اعمال شده بر جسم، حرکت جسم را بررسی می‌کنیم.

$$f_{s,max}=\mu_sF_N\xrightarrow{F_N=mg}\mu_smg\xrightarrow[\mu_s=0/5]{m=4kg}$$

$$f_{s,max}=0/5\times4\times10=20N$$

چون $F > f_{s,max}$ شد، پس جسم حرکت می‌کند و اصطکاک از نوع جنبشی خواهد بود، پس می‌توان نوشت:

$$f_k = \mu_k F_N \xrightarrow{F_N = mg} \mu_k mg \xrightarrow[m=۴kg]{\mu_k = ۰/۳} f_k = ۰/۳ \times ۴ \times ۱۰ = ۱۲N$$

سطح بر جسم دو نیروی عمودی سطح و اصطکاک جنبشی وارد می‌کند که برایند آن‌ها برابر است با:

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲} \xrightarrow[f_k = ۱۲N]{F_N = mg = ۴ \times ۱۰ = ۴۰N} R = \sqrt{(۴۰)^۲ + (۱۲)^۲}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{۴^۲((۱۰)^۲ + ۳^۲)} = ۴\sqrt{۱۰۹}N$$

19- ۲ با توجه به یکسان بودن حجم دو گلوله، برای مقایسهٔ جرم آن‌ها با استفاده از رابطهٔ چگالی می‌توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \xrightarrow[\rho_A > \rho_B]{V_A = V_B} m_A > m_B$$

همان‌طور که می‌دانیم، هنگامی‌که گلوله‌ها به تندی حدی خود می‌رسند، نیروی مقاومت هوا برابر نیروی وزن آن‌ها خواهد شد، بنابراین نیروی مقاومت هوا در برابر گلولهٔ A بیشتر خواهد بود. (چون جرم گلولهٔ A از جرم گلولهٔ B بیشتر است.)

در تندی حدی: $mg = f_D \xrightarrow{m_A > m_B} f_{D_A} > f_{D_B}$

با توجه به این‌که نیروی مقاومت هوا، به تندی حرکت جسم بستگی دارد و هم‌چنین حجم دو جسم نیز برابر است، بنابراین تندی حدی گلولهٔ A بیشتر است.

20- ۲ در حالت اول که جعبه را از حال سکون به حرکت درآورده‌ایم، حرکت تندشونده و رو به بالاست و در نتیجه می‌توان نوشت:

$$T_۱ = m(g+a) \xrightarrow[a=۱\frac{m}{s^۲}]{m=۳kg} T_۱ = ۳(۱۰+۱) = ۳ \times ۱۱ = ۳۳N$$

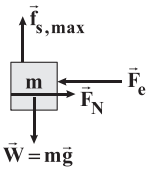
در حالت دوم، چون جعبه در حال متوقف شدن است، پس حرکت کندشونده و رو به بالاست و در نتیجه می‌توان نوشت:

$$T_۲ = m(g-a) \xrightarrow[a=۱\frac{m}{s^۲}]{m=۳kg} T_۲ = ۳ \times (۱۰-۱) = ۳ \times ۹ = ۲۷N$$

اختلاف اندازهٔ نیروی کشش طناب در هر دو حالت برابر است با:

$$T_۱ - T_۲ = ۳۳ - ۲۷ = ۶N$$

21- ۲ با توجه به این‌که جسم در آستانهٔ حرکت به سمت پایین قرار دارد، نیروی خالص وارد بر جسم در راستاهای افقی و قائم، صفر است و می‌توان نوشت:



$$\begin{cases} F_{net_x} = ۰ \Rightarrow F_N = F_e & (۱) \\ F_{net_y} \Rightarrow f_{s,max} = W & (۲) \end{cases}$$

با استفاده از رابطهٔ (۲) می‌توان نوشت:

$$f_{s,max} = W \Rightarrow \mu_s F_N = mg \xrightarrow{F_N = F_e} \mu_s F_e = mg$$

$$\Rightarrow ۰/۴ \times F_e = ۲۰ \Rightarrow F_e = \frac{۲۰}{۰/۴} = ۵۰N \Rightarrow F_e = ۵۰N$$

با توجه به رابطهٔ $F_e = kx$ می‌توان نوشت:

$$F_e = kx \xrightarrow[k=۱۰۰۰\frac{N}{m}]{F_e = ۵۰N} ۵۰ = x \times ۱۰۰۰ \Rightarrow x = \frac{۵۰}{۱۰۰۰} = ۰/۰۵m$$

$$\Rightarrow x = ۵cm$$

x در رابطهٔ $F_e = kx$، جابه‌جایی فنر از حالت عادی است که چون فنر فشرده شده است، پس طول ثانویهٔ فنر برابر خواهد بود با:

طول ثانویهٔ فنر $= ۱۳ - ۵ = ۸cm$

22- ۲ ماهواره و تمام اجزای آن، تحت اثر نیروی وزن خود حرکت می‌کنند و تنها نیروی وارد بر آن‌ها، نیروی وزن می‌باشد. هر جسمی هم که فقط تحت تأثیر نیروی وزن حرکت کند، حرکتی سقوط آزاد خواهد داشت و در نتیجه به تکیه‌گاه خود نیرو وارد نمی‌کند. در نتیجه ترازو عدد صفر را نشان خواهد داد.

وزن جسم در نقطهٔ موردنظر برابر است با:

$$\begin{cases} W_h = mg_h \\ W_۰ = mg_۰ \end{cases} \Rightarrow \frac{W_h}{W_۰} = \frac{g_h}{g_۰}$$

$$\xrightarrow{g \propto \frac{۱}{r^۲}} \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲ = \left(\frac{R_e}{R_e + R_e}\right)^۲ = \left(\frac{R_e}{۲R_e}\right)^۲$$

$$\Rightarrow \frac{W_h}{W_۰} = \frac{۱}{۴}$$

$$\Rightarrow W_h = \frac{۱}{۴}W_۰ = \frac{۱}{۴}mg_۰ \xrightarrow{m=۴kg} W_h = \frac{۱}{۴} \times ۴ \times ۱۰ = ۱۰N$$

23- ۴ ابتدا طول فنر را در حالتی که جسم در حالت تعادل قرار دارد، به دست می‌آوریم:

$$L = \frac{۸ + ۱۲}{۲} = ۱۰cm$$

مطابق قانون هوک و تعادل نیروها داریم:

$$W = F_e \xrightarrow[F_e = kx]{W = mg} mg = kx \Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{g}{x}$$

$$\xrightarrow{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}} \omega^۲ = \frac{g}{x} \xrightarrow{\text{از طرفین جذر بگیریم}} \omega = \sqrt{\frac{g}{x}}$$

$$\xrightarrow[g = ۱۰\frac{N}{kg}]{x = L - L_۰ = ۱۰ - ۹ = ۱cm = ۰/۰۱m} \omega = \sqrt{\frac{۱۰}{۰/۰۱}} = ۱۰\sqrt{۱۰}\frac{rad}{s}$$

دامنهٔ حرکت را محاسبه می‌کنیم:

$$A = \frac{L_{max} - L_{min}}{۲} = \frac{۱۲ - ۸}{۲} = \frac{۴}{۲} = ۲cm$$

با داشتن مقدار دامنه و بسامد زاویه‌ای، مقدار بیشینهٔ تندی حرکت را محاسبه می‌کنیم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow[\omega = ۱۰\sqrt{۱۰}\frac{rad}{s}]{A = ۲cm = ۰/۰۲m} v_{max} = ۰/۰۲ \times ۱۰\sqrt{۱۰}$$

$$\Rightarrow v_{max} = ۰/۲\sqrt{۱۰}\frac{m}{s} = ۲۰\sqrt{۱۰}\frac{cm}{s}$$

-24 **۳** نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره همان نیروی وزن است، بنابراین:

$$F_A = ۴F_B \Rightarrow mg_A = ۴mg_B \Rightarrow g_A = ۴g_B \xrightarrow{g=G\frac{M}{r^۲}} r_B = ۲r_A$$

با توجه به رابطهٔ نیروی مرکزگرا $(F = m\frac{v^۲}{r})$ داریم:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{m_A}{m_B} \times (\frac{v_A}{v_B})^۲ \times \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow ۴ = ۱ \times (\frac{v_A}{v_B})^۲ \times ۲ \Rightarrow (\frac{v_A}{v_B})^۲ = ۲$$

در آخر نسبت $\frac{K_A}{K_B}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times (\frac{v_A}{v_B})^۲ = ۱ \times ۲ = ۲$$

-25 **۱** به کمک قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \mu_s mg = ma \Rightarrow a = \mu_s g \Rightarrow ۳ = \mu_s \times ۱۰ \Rightarrow \mu_s = ۰/۳$$

-26 **۴** ابتدا نسبت بیشینهٔ سرعت نوسان ذرات ریسمان به سرعت انتشار موج را تعیین می‌کنیم. برای تمایز این دو، سرعت انتشار موج را با v' نشان داده‌ایم:

$$\frac{v_{max}}{v'} = \frac{A\omega}{v'} \xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}} \frac{A\frac{۲\pi}{T}}{v'} = \frac{۲\pi A}{v'T} \xrightarrow{\lambda = v'T} \frac{۲\pi A}{\lambda}$$

در حرکت هماهنگ ساده، مسافت طی‌شده در هر دورهٔ تناوب برابر $۴A$ است. پس داریم:

$$\text{مسافت طی‌شده در یک دورهٔ تناوب} = ۱۶cm \Rightarrow ۴A = ۱۶cm$$
$$\Rightarrow A = ۴cm = ۰/۰۴m$$

با توجه به نمودار داده‌شده در سؤال می‌توان نوشت:

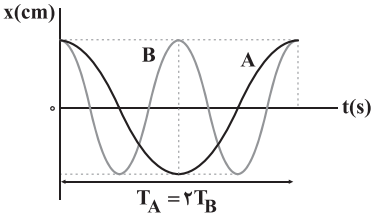
$$\frac{۹\lambda}{۴} = ۵۴ \Rightarrow \lambda = \frac{۵۴ \times ۴}{۹} = ۲۴cm$$

نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{v_{max}}{v'} = \frac{۲\pi A}{\lambda} \xrightarrow[\lambda=۰/۲۴m]{A=۰/۰۴m} \frac{v_{max}}{v'} = \frac{۲\pi(۰/۰۴)}{۰/۲۴} = \frac{۸\pi}{۲۴}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{max}}{v'} = \frac{\pi}{۳}$$

-27 **۴** با توجه به نمودار مکان ـ زمان داده‌شده، دامنه و دورهٔ تناوب دو نوسانگر را با هم مقایسه می‌کنیم:



$$\Rightarrow \begin{cases} A_B = A_A \\ T_A = ۲T_B \end{cases}$$

با توجه به رابطهٔ $E = K_{max} = \frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲$ می‌توان نوشت:

$$\frac{K_{max_A}}{K_{max_B}} = \frac{m_A}{m_B} \times (\frac{A_A}{A_B})^۲ \times (\frac{\omega_A}{\omega_B})^۲ \xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}}$$

$$۱ = \frac{m_A}{m_B} \times (۱)^۲ \times (\frac{T_B}{T_A})^۲ \Rightarrow ۱ = \frac{m_A}{m_B} \times (۱)^۲ \times (\frac{۱}{۲})^۲ = \frac{m_A}{m_B} \times ۱ \times \frac{۱}{۴}$$

$$\Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = ۴$$

-28 **۱** طول موج ایجادشده در حالت دوم برابر است با:

$$\lambda_۲ = \lambda_۱ + \Delta\lambda = ۳ + ۰/۳ = ۳/۳m$$

با توجه به این‌که از همان دیاپازون استفاده کرده‌ایم، بنابراین بسامد، ثابت است، در نتیجه داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{\text{ثابت:}f} \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \xrightarrow{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}}$$

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \xrightarrow[\lambda_۱=۳m]{\lambda_۲=۳/۳m} \frac{۳/۳}{۳} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \Rightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = ۱/۲۱$$

بنابراین:

$$\frac{F_۲ - F_۱}{F_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۱/۲۱F_۱ - F_۱}{F_۱} \times ۱۰۰ = ٪۲۱$$

در نتیجه نیروی کششی تار باید ۲۱ درصد افزایش یابد.

-29 **۲** با توجه به این‌که بیشینهٔ انرژی پتانسیل نوسانگر برابر با بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر است، خواهیم داشت:

$$\frac{K}{U_{max}} = \frac{K}{K_{max}} \Rightarrow \frac{K}{U_{max}} = (\frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{\frac{۱}{۲}mv_{max}^۲}) = (\frac{v}{v_{max}})^۲$$

$$\xrightarrow{\frac{K}{U_{max}}=n} n = (\frac{v}{v_{max}})^۲ \Rightarrow v_{max}^۲ = \frac{v^۲}{n}$$

اگر دامنهٔ نوسان را با A نشان دهیم، با توجه به معادلهٔ مکان ـ زمان داده‌شده داریم:

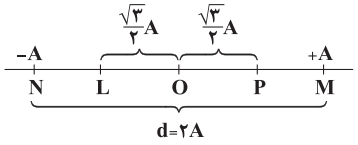
$$\begin{cases} x = A\cos(\omega t) \\ x = ۳a\cos(\omega t) \end{cases} \Rightarrow A = ۳a$$

بیشینهٔ شتاب نوسانگر برابر است با:

$$a_{max} = \frac{v_{max}^۲}{A} \xrightarrow[A=۳a]{v_{max}^۲=\frac{v^۲}{n}} a_{max} = \frac{\frac{v^۲}{n}}{۳a} = \frac{v^۲}{۳an}$$

-30 **۴** با توجه به این‌که مسافت موردنظر مقدار معینی است، در نتیجه هرچه تندی حرکت جسم در آن ناحیه بیشتر باشد، مدت‌زمان کم‌تری طول خواهد کشید تا مسیر را طی کند.

هرچه نوسانگر به مرکز نوسان، نزدیک‌تر باشد، تندی آن بیشتر است، بنابراین باید مسافت $\frac{\sqrt{۳}d}{۲}$ را در اطراف مرکز نوسان در نظر بگیریم. با توجه به تقارن تندی در دو طرف مرکز نوسان، می‌توان به راحتی نتیجه گرفت که $\frac{\sqrt{۳}d}{۴} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ در یک طرف و $\frac{\sqrt{۳}d}{۴} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}A$ در طرف دیگر مرکز نوسان خواهد بود. یعنی در شکل باید نوسانگر از نقطهٔ P به نقطهٔ L برود.



مدت‌زمان سپری‌شده برای طی کردن این مسافت برابر است با:

$$\Delta t_{PL} = ۲\Delta t_{OP} = \frac{۲T}{۶} = \frac{T}{۳} \xrightarrow{T=\frac{۱}{f}} \Delta t_{PL} = \frac{\frac{۱}{f}}{۳} = \frac{۱}{۳f}$$

$$\xrightarrow{f=۲۵Hz} \Delta t_{PL} = \frac{۱}{۳\times۲۵} = \frac{۱}{۷۵}s$$

۴ -31 هنگامی که در نقطهٔ بازگشتی، وزنه‌ای افزوده و یا کاسته شود، دامنهٔ نوسان تغییری نمی‌کند.

در حرکت هماهنگ ساده، بیشینهٔ انرژی جنبشی با انرژی مکانیکی دستگاه برابر است و از طرفی در حرکت هماهنگ سادهٔ دستگاه جرم و فنر، انرژی مکانیکی دستگاه از رابطهٔ $K=\frac{1}{2}kA^2$ محاسبه می‌شود.

چون دامنهٔ نوسان و ثابت فنر تغییر نکرده، بنابراین انرژی مکانیکی دستگاه مستقل از جرم نوسانگر است. **در نتیجه بیشینهٔ انرژی جنبشی نوسانگر تغییری نمی‌کند.**

۲ -32 طبق رابطهٔ انرژی مکانیکی بر حسب انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی داریم:

$$\begin{cases} K=0/22\,J \\ U=0/42\,J \end{cases} \Rightarrow E=K+U=0/22+0/42=0/64\,J$$

می‌دانیم انرژی مکانیکی برابر با بیشینه انرژی جنبشی است، بنابراین:

$$E=K_{max}=\frac{1}{2}mv_{max}^2$$

$$\xrightarrow[m=0/6\,kg]{E=0/64\,J} 0/64=\frac{1}{2}\times 0/6\times v_{max}^2$$

$$\Rightarrow v_{max}^2=\sqrt{\frac{0/64}{0/3}}=\sqrt{\frac{32}{15}}=\frac{4\sqrt{30}}{15}\frac{m}{s}$$

طبق رابطهٔ بیشینه تندی نوسانگر داریم:

$$v_{max}=A\omega$$

$$\xrightarrow[\omega=2\pi f\ ,\ v_{max}=\frac{4\sqrt{30}}{15}\frac{m}{s}]{A=\frac{8}{2}=4\,cm} \frac{4\sqrt{30}}{15}=4\times 10^{-2}\times 2\times\pi\times f$$

$$\xrightarrow{\pi=3} \frac{4\sqrt{30}}{15}=4\times 10^{-2}\times 2\times 3\times f \Rightarrow f=\frac{10\sqrt{30}}{9}\,Hz$$

۲ -33 می‌دانیم اندازهٔ بیشینهٔ شتاب نوسانگر از رابطهٔ $a_{max}=A\omega^2$ به دست می‌آید و بیشینهٔ تندی آن نیز از رابطهٔ $v_{max}=A\omega$ قابل محاسبه است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{a_{max}}{v_{max}}=\frac{A\omega^2}{A\omega}=\omega \xrightarrow[v_{max}=14\frac{m}{s}]{a_{max}=70\frac{m}{s^2}} \frac{70}{14}=\omega$$

$$\Rightarrow \omega=5\frac{rad}{s}$$

با داشتن مقدار ω، برای به دست آوردن طول آونگ می‌توان نوشت:

$$\omega=\sqrt{\frac{g}{L}} \xrightarrow[\omega=5\frac{rad}{s}]{g=10\frac{N}{kg}} 5=\sqrt{\frac{10}{L}} \xrightarrow[\text{می‌رسانیم}]{\text{طرفین را به توان (۲)}} 25=\frac{10}{L}$$

$$\Rightarrow L=\frac{10}{25}=0/4\,m \Rightarrow L=40\,cm$$

۱ -34 می‌دانیم رابطهٔ انرژی جنبشی با تکانه به صورت $K=\frac{p^2}{2m}$ تعریف می‌شود، بنابراین با توجه به این‌که بیشینهٔ انرژی جنبشی نوسانگرها با هم برابر است، می‌توان نوشت:

$$\Rightarrow K_{max_1}=K_{max_2} \Rightarrow \frac{p^2_{max_1}}{2m_1}=\frac{p^2_{max_2}}{2m_2}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{p_{max_2}}{p_{max_1}}\right)^2=\frac{m_2}{m_1} \xrightarrow{\frac{p_{max_2}}{p_{max_1}}=3} 3^2 \Rightarrow m_2=9m_1$$

با استفاده از رابطهٔ انرژی جنبشی $K=\frac{1}{2}mv^2$ و با توجه به این‌که $K_{max_1}=K_{max_2}$ است، می‌توان نوشت:

$$K_{max_2}=K_{max_1} \Rightarrow \frac{1}{2}m_2v^2_{max_2}=\frac{1}{2}m_1v^2_{max_1}$$

$$\xrightarrow[m_2=9m_1]{v_{max}=A\omega} 9m_1\times A_2^2\omega_2^2=m_1\times A_1^2\omega_1^2$$

$$\xrightarrow{A_1=A_2} 9\omega_2^2=\omega_1^2 \xrightarrow{\text{از طرفین جذر می‌گیریم}} 3\omega_2=\omega_1$$

با توجه به رابطهٔ $\omega=\frac{2\pi}{T}$ داریم:

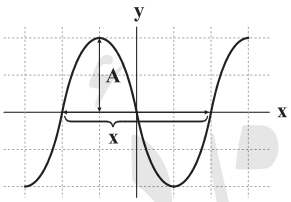
$$\begin{cases} \omega=\frac{2\pi}{T} \\ 3\omega_2=\omega_1 \end{cases} \Rightarrow 3\times\frac{2\pi}{T_2}=\frac{2\pi}{T_1} \Rightarrow \frac{3}{T_2}=\frac{1}{T_1} \Rightarrow T_2=3T_1 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2}=\frac{1}{3}$$

۴ -35 مطابق شکل زیر، فاصلهٔ هر قله تا محور x، برابر با ۲ واحد است، پس:

$$A=2\,\text{واحد}$$

مطابق شکل زیر، نقش موج هر ۴ واحد یک بار تکرار می‌شود، پس:

$$\lambda=4\,\text{واحد}$$



رابطهٔ تندی انتشار موج در طناب و بیشینهٔ تندی ذرات طناب را تعیین می‌کنیم:

$$\begin{cases} \lambda=\frac{v}{f} \Rightarrow v=\lambda f \\ v_{max}=A\omega=A(2\pi f) \end{cases} \Rightarrow \frac{v_{max}}{v}=\frac{A(2\pi f)}{\lambda f}=\frac{2\pi A}{\lambda}$$

$$\xrightarrow[\lambda=4\,\text{واحد}]{A=2\,\text{واحد}} \frac{v_{max}}{v}=\frac{2\times\pi\times 2}{4}=\frac{4\pi}{4}=\pi$$

فیزیک ۳: نوسان و موج: صفحه‌های ۶۹ تا ۸۸ | وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

1 - چند مورد از موارد زیر در مورد امواج درست است؟

الف) موج صوتی برخلاف موج رادیویی، برای انتشار خود به محیط مادی نیاز ندارد.

ب) در موج صوتی، جابه‌جایی هر جزء نوسان‌کننده از محیط انتشار موج، عمود بر جهت حرکت موج است.

پ) مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه و عکس مجذور دورهٔ تناوب موج متناسب است.

ت) در موج طولی ایجاد شده در یک فنر، در وسط فاصلهٔ بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینهٔ مجاور هم، اندازهٔ جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل کمینه است.

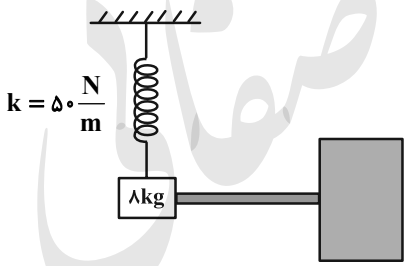
ث) هر چه دمای هوا بیشتر باشد، تندی انتشار صوت در هوا بیشتر است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

2 - موج عرضی با بسامد ۲/۵ هرتز در تاری ایجاد می‌شود. اگر در این موج فاصلهٔ بین قلهٔ اول و قلهٔ چهارم ۶۰ سانتی‌متر باشد، این موج مسافت ۲ متری را در چند ثانیه طی می‌کند؟

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

3 - مطابق شکل زیر، یک سر طنابی به جرم $40g$ و طول $2m$، به وزنهٔ $m = 8kg$ متصل و سر دیگر آن به دیواری ثابت شده و نیروی کشش طناب $8N$ است. اگر وزنهٔ m را در راستای قائم اندکی از وضع تعادل خارج و سپس رها کنیم، با بسامد طبیعی‌اش شروع به نوسان می‌کند. با فرض ثابت ماندن نیروی کشش طناب، طول موج ایجاد شده در طناب چند متر است؟ (موج از دیوار بازتاب نمی‌کند.)



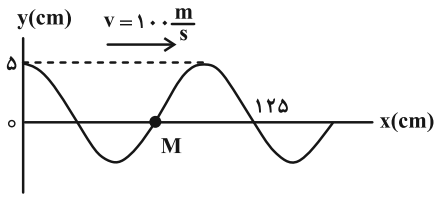
۱) 4π

۲) 8π

۳) 16π

۴) 32π

4 - نقش موج یک موج عرضی که درون تار منتشر شده است در لحظه $t = 0$ مطابق شکل زیر است. در کدام لحظه برحسب میلی‌ثانیه برای اولین بار بردار شتاب ذرهٔ M از طناب به صورت $\vec{a} = -10^4(\frac{m}{s^2})\vec{j}$ است؟ $(\pi^2 = 10)$ آزمون وی ای پی



۱) $\frac{5}{6}$

۲) $\frac{5}{3}$

۳) $\frac{35}{6}$

۴) $\frac{20}{3}$

محل انجام محاسبات

5 - به انتهای میله‌ای آهنی با چکش ضربه زده می‌شود و در انتهای دیگر میله دو صدا با فاصلهٔ زمانی $47/5\,ms$ دریافت می‌شود. در صورتی که این آزمایش را با میله‌ای به طول مشابه از جنس مس انجام دهیم، اختلاف زمانی دو صدا چند ms خواهد بود؟

(تندی صوت در هوا، آهن و مس به ترتیب $300\frac{m}{s}$، $6000\frac{m}{s}$ و $5000\frac{m}{s}$ می‌باشد.)

۱) ۴۵ ۲) ۴۷ ۳) ۵۰ ۴) ۵۶

6 - اگر یکای کمیت $\varepsilon_0^{\alpha} f^{\beta} \mu_0^{\gamma}$ با یکای آهنگ تغییرات حجم یکسان باشد، حاصل $(\alpha-\beta).\gamma$ کدام است؟ (μ_0 ، f و ε_0 به ترتیب ضریب تراوایی مغناطیسی خلأ و بسامد و ضریب گذردهی الکتریکی خلأ، در SI هستند.)

۱) $-\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{21}{4}$ ۳) -5 ۴) $-\frac{1}{4}$

7 - شنونده‌ای در مبدأ زمان، از محل یک چشمهٔ صوت با سرعت ثابت دور می‌شود. در ۵ ثانیهٔ دوم حرکت، تراز شدت صوتی که شنونده دریافت می‌کند، چند دسی‌بل و چگونه تغییر می‌کند؟ ($\log 2 = 0/3$ و از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود.)

۱) $6dB$ کاهش می‌یابد. ۲) $6dB$ افزایش می‌یابد.
۳) $9dB$ کاهش می‌یابد. ۴) $9dB$ افزایش می‌یابد.

8 - یک چشمهٔ صوت شروع به پخش صدایی می‌کند و شنوندهٔ (۱) و (۲) با اختلاف زمانی $0/1\,s$ این صدا را می‌شنوند. در این وضعیت نسبت تراز شدت صوتی که به هر شنونده می‌رسد به صورت $\frac{\beta_1}{\beta_2}=\frac{4}{3}$ است. اگر توان چشمه $\frac{5}{8}$ برابر شود، این نسبت $\frac{\beta'_1}{\beta'_2}=\frac{27}{20}$ می‌شود. فاصله شخص (۱) تا چشمه چند متر است؟ ($\log 2 = 0/3$ ، $v_{صوت} = 300\frac{m}{s}$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.)

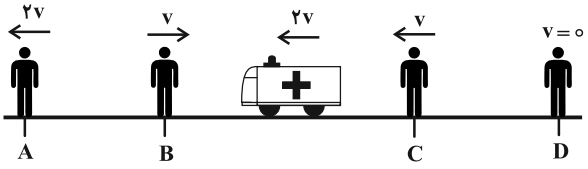
۱) ۱/۲۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۹۰

9 - کدام یک از عبارات زیر درست هستند؟

الف) ارتفاع بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند.
ب) بلندی صوت همان شدت صوت است.
پ) کمترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ $2000\,Hz$ تا $5000\,Hz$ است.
ت) گوش انسان قادر به شنیدن تن‌های صدای $20\,Hz$ تا $20000\,Hz$ است.
ث) اگر ناظری به طرف چشمهٔ صوت ساکن حرکت کند طول موج کوتاه‌تری را نسبت به وضعیتی که ساکن است اندازه می‌گیرد به همین دلیل صوت را با بسامد بیشتر دریافت می‌کند.

۱) الف و ت ۲) الف، ت و ث ۳) الف، پ و ث ۴) الف، ب و ت

10 - در شکل زیر، یک آمبولانس با تندی ثابت $2v$ به سمت چپ در حرکت است و آژیری با بسامد f_S و طول موج λ_S تولید می‌کند. با توجه به تندی و جهت حرکت چهار شنوندهٔ A، B، C و D چند مورد از مقایسه‌های زیر درست است؟



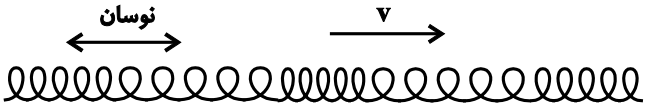
الف) $f_A > f_S$ ، $\lambda_A > \lambda_S$
ب) $f_B > f_S$ ، $\lambda_B < \lambda_S$
ج) $f_C > f_S$ ، $\lambda_C = \lambda_S$
د) $f_D > f_S$ ، $\lambda_D > \lambda_S$

۱) صفر ۲) ۱
۳) ۲ ۴) ۳

محل انجام محاسبات

فیزیک ۳: نوسان و موج: صفحه‌های ۶۹ تا ۸۸

۱۱- در رابطه با شکل زیر چند مورد درست است؟



آ) نمونه‌ای از موج‌های پیشرونده است.

ب) موج به سمت راست حرکت می‌کند.

پ) نمونه‌ای از موج‌های طولی است.

ت) تندی ذرات فنر، در لحظهٔ بیشترین فشردگی آن برابر صفر است.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۱۲- یک منبع که دارای حرکت هماهنگ ساده با معادلهٔ $y_1 = 4\cos \alpha xt$ است، امواجی با سرعت $40\frac{m}{s}$ در محیطی منتشر می‌کند. این منبع پس از لحظاتی حرکتش تغییر نموده و به صورت $y_2 = 8\cos \beta xt$ در همان محیط نوسان می‌کند. سرعت انتشار امواج این منبع چه تغییری می‌کند؟

۱) $(\alpha - \beta)$ برابر می‌شود. ۲) $\frac{\beta}{\alpha}$ برابر می‌شود.

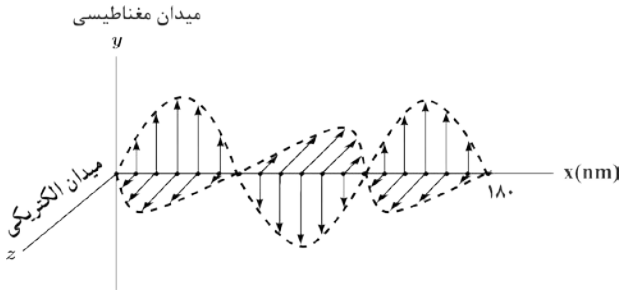
۳) $80\frac{m}{s}$ می‌شود. ۴) $40\frac{m}{s}$ باقی می‌ماند.

۱۳- تندی انتشار موج عرضی در تاری به طول ۱ متر و جرم m برابر $100\frac{m}{s}$ است. $\frac{5}{9}$ طول تار را بریده و کنار می‌گذاریم و باقی‌ماندهٔ تار را از دستگاهی عبور می‌دهیم تا طول آن برابر طول اولیهٔ تار شود. اگر تار جدید را با همان نیروی قبل بکشیم، تندی انتشار موج عرضی در آن، چند متر بر ثانیه می‌شود؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۵۰

۳) ۱۸۰ ۴) ۲۲۵

۱۴- شکل زیر، تصویر لحظه‌ای از یک موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با تندی ثابت $3\times10^8\frac{m}{s}$ در حال انتشار است. این موج در .... محور xها منتشر می‌شود و در مدت زمان .... ثانیه، ۱۰۰ نوسان کامل انجام می‌دهد.



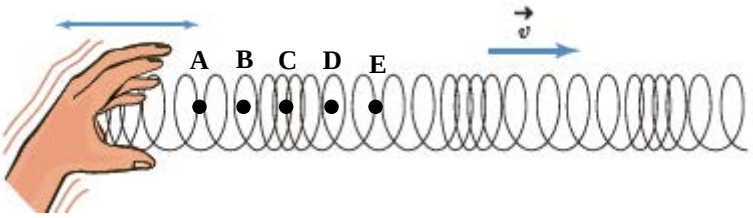
۱) جهت – 4×10^{-14}

۲) خلاف جهت – 4×10^{-14}

۳) جهت – 6×10^{-14}

۴) خلاف جهت – 6×10^{-14}

15- شکل زیر تصویری لحظه‌ای از ایجاد نواحی جمع‌شدگی و بازشدگی در طول یک فنر بلند کشیده را نشان می‌دهد. کدام موارد از گزاره‌های زیر، در مورد نقاط A، B، C، D و E از این فنر صحیح است؟



آ) جابه‌جایی نقاط A و C از وضعیت تعادل صفر است.

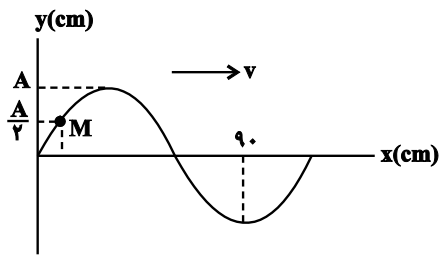
ب) جابه‌جایی نقطهٔ D از وضعیت تعادل بیشینه است.

پ) فاصلهٔ دو نقطهٔ A و D، $\frac{۳}{۴}$ برابر طول موج است.

ت) فاصلهٔ دو نقطهٔ C و E برابر با طول موج است.

۱) آ و ت
۲) ب و ت
۳) آ، ب و پ
۴) ب و پ

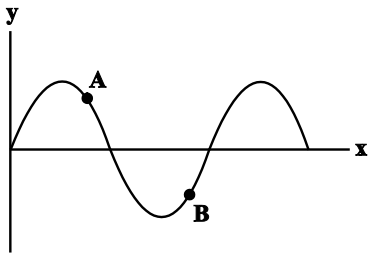
16- شکل زیر، نقش موج عرضی ایجاد شده در طنابی را در یک لحظه نشان می‌دهد. اگر نقطهٔ M از طناب، ۲ ثانیهٔ بعد برای اولین بار در بالاترین نقطه از پاره‌خط نوسان‌اش واقع شود، سرعت انتشار موج چند $\frac{m}{s}$ است؟

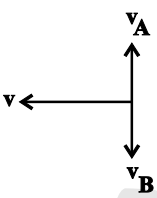


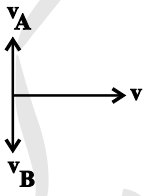
۱) ۴۰
۲) ۰/۵
۳) ۵۰
۴) ۰/۴

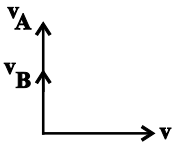
محل انجام محاسبات

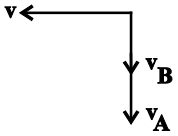
17- شکل زیر نقش یک موج عرضی را نشان می‌دهد. اگر راستای سرعت نقاط A و B را به صورت عمودی و راستای انتشار موج را افقی نشان دهیم، کدام گزینه بردارهای سرعت نقاط و سرعت انتشار موج را می‌تواند درست نشان داده باشد؟



۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

18- شنونده‌ای در مبدأ زمان، از محل یک بلندگو با بسامد معین با سرعت ثابت عبور می‌کند. اگر در بازهٔ زمانی t تا t'، تراز شدت صوتی که شنونده دریافت می‌کند، ۲/۶ بل کاهش یابد، نسبت $\frac{t'}{t}$ کدام است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) ۲۰
۲) ۲۰۰
۳) ۷۰
۴) ۷۰۰

19- در فاصلهٔ r از یک چشمه صوت، تراز شدت صوت ۶ دسی‌بل (۶dB) است. چند برابر r از خود r دور شویم تا تراز شدت صوت نصف شود؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) $\sqrt{۲}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۳) $\sqrt{۲}-۱$
۴) $\sqrt{۲}+۱$

20- یک زمین‌لرزه در عمق ۷۲۰ کیلومتری از سطح زمین رخ می‌دهد. امواج اولیهٔ P و امواج ثانویهٔ S به ترتیب با تندی‌های $۸\frac{km}{min}$ و v، با اختلاف زمانی ۱/۵ ساعت به یک دستگاه لرزه‌نگار در سطح زمین می‌رسند. اگر این موج‌ها روی خط راستی منتشر شوند، v چند کیلومتر بر دقیقه است؟

۱) ۱۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۲

محل انجام محاسبات

فیزیک ۳

1- **گزینهٔ «۳»** (مسام نادری)

موارد (پ) و (ث) درست‌اند.

علت نادرستی سایر موارد:

الف) موج صوتی برخلاف موج رادیویی یک موج مکانیکی است و برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد.

ب) موج صوتی یک موج طولی است که راستای نوسان ذرات با جهت انتشار موج موازی است.

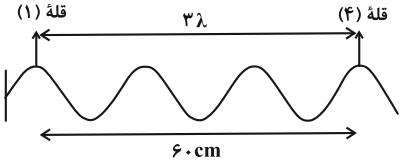
ت) در موج طولی ایجاد شده در یک فنر، در وسط فاصلهٔ بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم، اندازهٔ جابه‌جایی هر جز فنر از وضعیت تعادل بیشینه است.

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۶۹ تا ۷۱، ۷۴، ۷۷ و ۷۹)

2- **گزینهٔ «۱»** (پوریا علاقه‌مند)

می‌دانیم که فرکانس (بسامد) با دورهٔ تناوب رابطهٔ عکس دارند. یعنی:

$$f=\frac{1}{T}\Rightarrow T=\frac{1}{f}\Rightarrow T=\frac{1}{2/5}=\frac{4}{10}s$$



از طرفی:

$$3\lambda=60cm\Rightarrow\lambda=20cm\Rightarrow\lambda=\frac{2}{10}m$$

می‌دانیم سرعت انتشار موج برابر است با:

$$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{\frac{2}{10}}{\frac{4}{10}}=0/5\frac{m}{s}$$

از طرفی:

$$t=\frac{x}{v}\xrightarrow{x=2m}t=\frac{2}{0/5}=4s$$

فاصله (مسافت) ۲ متری را در ۴ ثانیه طی می‌کند.

(فیزیک ۳-نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۱ و ۷۲)

3- **گزینهٔ «۳»** (آراس محمدی)

در قدم اول تندی انتشار موج در طناب را به دست می‌آوریم: (جرم طناب را m' در نظر می‌گیریم)

$$v=\sqrt{\frac{F\ell}{m'}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{8\times2}{0/04}}\Rightarrow v=20\frac{m}{s}$$

حال دورهٔ طبیعی دستگاه وزنه- فنر را محاسبه می‌کنیم:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{8}{50}}\Rightarrow T=0/8\pi\ s$$

و در نهایت طول موج را به دست می‌آوریم:

$$\lambda=Tv\Rightarrow\lambda=0/8\pi\times20\Rightarrow\lambda=16\pi\ m$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۲ تا ۷۴ و ۶۵)

4- **گزینهٔ «۳»** (محمدجواد سورچی)

با توجه به نقش موج درمی‌یابیم $\frac{5\lambda}{4}=125cm$ است؛ بنابراین طول موج برابر با $\lambda=100cm=1m$ است. از طرفی با داشتن تندی انتشار موج، طبق رابطهٔ $\lambda=vT$ داریم:

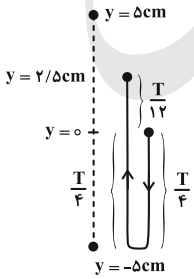
$$\lambda=vT\xrightarrow[v=100\frac{m}{s}]{\lambda=1m}1=100\times T\Rightarrow T=0/01s$$

حالا مکانی که در آن شتاب نوسانگر برابر با $\vec{a}=-10^4(\frac{m}{s^2})\vec{j}$ است را پیدا می‌کنیم:

$$a=-\omega^2y\xrightarrow[\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0/01}=200\pi\frac{rad}{s}]{a=-10^4\frac{m}{s^2}}$$

$$-10^4=-(200\pi)^2\times y\Rightarrow y=2/5\times10^{-2}m=2/5cm$$

از طرفی با توجه به جهت انتشار موج (سمت راست) درمی‌یابیم، ذرهٔ M شبیه به ذرهٔ سمت چپ خود حرکت می‌کند، یعنی رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. بنابراین داریم:



$$\Delta t=\frac{T}{2}+\frac{T}{12}=\frac{7T}{12}\xrightarrow{T=0/01s}t_2-0=\frac{7}{1200}$$

$$\Rightarrow t_2=\frac{7}{1200}s\xrightarrow{1s=1000ms}t_2=\frac{35}{6}ms$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحهٔ ۷۱)

5- **گزینهٔ «۲»** (دانیال راستی)

با ضربه زدن چکش به میله، صوت هم از طریق هوا و هم از طریق میله منتقل می‌شود ولی با توجه به اختلاف سرعت صوت در محیط‌های مختلف، زمان انتشار صوت در این دو محیط متفاوت است. ابتدا طول میله را به دست می‌آوریم:

$$\Delta t_1 = \frac{d}{v_{هوا}} - \frac{d}{v_{آهن}} \xrightarrow[\Delta t_1 = 47/5\,ms]{v_{هوا}=300\frac{m}{s},\ v_{آهن}=6000\frac{m}{s}}$$

$$47/5\times10^{-3} = d\left(\frac{1}{300} - \frac{1}{6000}\right) \Rightarrow d = 15\,m$$

اختلاف دو صدای شنیده شده در حالت دوم برابر است با:

$$\Delta t_2 = \frac{d}{v_{هوا}} - \frac{d}{v_{مس}} \xrightarrow[d=15\,m]{v_{مس}=5000\frac{m}{s}}$$

$$\Delta t_2 = 15\left(\frac{1}{300} - \frac{1}{5000}\right) = 47\times10^{-3}\,s = 47\,ms$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۹ و ۸۰)

6- **گزینهٔ «۱»** *(محمد نهاوندی‌مقدم)*

یکای آهنگ تغییرات حجم در SI، $\frac{m^3}{s}$ است. اگر $\mu_0\varepsilon_0$ توان $-\frac{1}{2}$ بگیرند واحد آن‌ها $\frac{m}{s}$ و یکای f، $\frac{1}{s}$ است. با این دیدگاه داریم:

$$(\mu_0\varepsilon_0)^{-\frac{3}{2}}.f^{-2} \Rightarrow \left(\frac{m}{s}\right)^3\times\left(\frac{1}{s}\right)^{-2} \Rightarrow \frac{m^3}{s^3}\times s^2 = \frac{m^3}{s}$$

در نتیجه $\alpha=\gamma=-\frac{3}{2}$ و $\beta=-2$ می‌شود و داریم:

$$(\alpha-\beta).\gamma \Rightarrow \left(-\frac{3}{2}-(-2)\right)\times\left(-\frac{3}{2}\right) = -\frac{3}{4}$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۴ تا ۷۶)

7- **گزینهٔ «۱»** *(محمد جواد سورچی)*

ابتدا فاصلهٔ شنونده از چشمهٔ صوت در ابتدا و انتهای بازهٔ زمانی ۵ ثانیهٔ دوم ($t_1=5\,s$ تا $t_2=10\,s$) را به دست می‌آوریم:

$$r = v\Delta t \xrightarrow[\Delta t_2=10\,s]{\Delta t_1=5\,s} \begin{cases} r_1 = v\times5 = 5v \\ r_2 = v\times10 = 10v \end{cases}$$

سپس اختلاف تراز شدت صوت را در دو حالت حساب می‌کنیم:

$$\beta_2-\beta_1 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_1}\right) \xrightarrow{\text{توان چشمه ثابت است.}\Rightarrow \frac{I_2}{I_1}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2}$$

$$\beta_2-\beta_1 = 10\log\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 20\log\frac{r_1}{r_2} \xrightarrow[r_2=10v]{r_1=5v}$$

$$\beta_2-\beta_1 = 20\log\left(\frac{5v}{10v}\right) = 20\log\frac{1}{2} = -20\log2$$

$$\xrightarrow{\log2=0/3} \beta_2-\beta_1 = -20\times0/3 = -6\,dB$$

بنابراین تراز شدت صوت $6\,dB$ کاهش می‌یابد.

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۰ و ۸۱)

8- **گزینهٔ «۲»** *(دانیال راستی)*

با توجه به تندی انتشار صوت و اختلاف زمانی رسیدن صوت به دو شنونده، فاصلهٔ آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta t = |t_1 - t_2| = \left|\frac{R_1}{v_{صوت}} - \frac{R_2}{v_{صوت}}\right|$$

$$\Rightarrow |R_1 - R_2| = v_{صوت}\times\Delta t \xrightarrow[v_{صوت}=300\frac{m}{s}]{\Delta t=0/1\,s} |R_1 - R_2| = 30\,m$$

با $\frac{5}{8}$ برابر شدن توان چشمه، شدت صوتی که هر شنونده دریافت می‌کند $\frac{5}{8}$ برابر می‌شود:

$$I = \frac{P}{A} \Rightarrow \frac{I'}{I} = \frac{P'}{P} = \frac{5}{8}$$

$$\beta_1' - \beta_1 = 10\log\frac{I_1'}{I_0} - 10\log\frac{I_1}{I_0} = 10\log\frac{5}{8}$$

$$= 10(\log5 - 3\log2) = 10(1-0/3) - 30(0/3) = -2$$

به طریق مشابه:

$$\beta_2' - \beta_2 = -2$$

$$\frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{\beta_1'}{\beta_2'} = \frac{27}{20} = \frac{\beta_1-2}{\beta_2-2} \xrightarrow{\beta_2=\frac{3}{4}\beta_1}$$

$$\frac{27}{20} = \frac{4\beta_1-8}{3\beta_1-8} \Rightarrow \begin{cases} \beta_1 = 56\,dB \\ \beta_2 = 42\,dB \end{cases}$$

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

$$\beta_1 - \beta_2 = 10\log\frac{I_1}{I_2} = 10\log\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = 56-42$$

$$0/7 = \log\frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 5 \quad , \quad |R_1 - R_2| = 30\,m$$

$$\Rightarrow R_1 = 7/5\,m$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۰ و ۸۱)

9- **گزینهٔ «۱»** *(کامران ابراهیمی)*

(الف) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد نادرست:

ب) بلندی متفاوت با شدت است. شدت را می‌توان با یک آشکارساز اندازه گرفت در حالی که بلندی چیزی است که شما حس می‌کنید.

پ) بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ $2000\,Hz$ تا $5000\,Hz$ است.

ث) هنگامی که چشمهٔ صوت ساکن باشد طول موج در جلو و عقب چشمه (در دو طرف چشمه) ثابت است و با نزدیک شدن ناظر به چشمهٔ صوت در مقایسه با ناظر ساکن در مدت زمان یکسان با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود که این منجر به افزایش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود.

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۱ تا ۸۳)

10- **گزینهٔ «۲»** *(آراس محمدی)*

قبل از حل سؤال به ۲ نکته دقت کنید:

۱) هنگامی که چشمهٔ صوت در حال حرکت است، طول موج دریافتی جلوی چشمهٔ صوت کمتر از λ_S و طول موج دریافتی در پشت چشمهٔ صوت بیشتر از λ_S است و جهت حرکت شنونده تأثیری در طول موج دریافتی توسط او ندارد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\lambda_A < \lambda_S \quad , \quad \lambda_B < \lambda_S \quad , \quad \lambda_C > \lambda_S \quad , \quad \lambda_D > \lambda_S$$

۲) به‌طور کلی اگر شنونده و چشمهٔ صوت به یکدیگر نزدیک شوند، بسامد موج دریافتی توسط شنونده بیشتر از f_S است و اگر شنونده و چشمهٔ صوت از یکدیگر دور شوند، بسامد دریافتی توسط شنونده کمتر از f_S است. حال با توجه به اندازه و جهت سرعت متحرک‌ها داریم:

فاصلهٔ شنوندهٔ A و چشمهٔ صوت ثابت است $\Rightarrow f_A = f_S$

شنوندهٔ B و چشمهٔ صوت به یکدیگر نزدیک می‌شوند $\Rightarrow f_B > f_S$

چشمهٔ صوت از شنونده‌های C و D دور می‌شوند

$$\Rightarrow f_C < f_D \quad , \quad f_D < f_S$$

پس فقط مورد (ب) صحیح است.

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۱ تا ۸۳)

فیزیک ۳

11- **گزینهٔ «۳»** *(پوریا علاقه‌مند)*

تمام عبارت‌ها درست هستند به‌جز مورد (ت).

در یک لحظه از زمان، در مکان‌هایی که بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل صفر است. بنابراین تندی هر جزء در این حالت بیشینه است.

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحهٔ ۷۷)

12- **گزینهٔ «۴»** *(غلامرضا محبی)*

سرعت انتشار موج بستگی به جنس و شرایط فیزیکی محیط انتشار دارد و با تغییر دامنه و بسامد منبع تغییر نمی‌کند.

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحهٔ ۷۱)

13- **گزینهٔ «۲»** *(مصطفی کیانی)*

وقتی $\frac{5}{9}$ طول تار را کنار بگذاریم، $\frac{4}{9}$ طول آن باقی می‌ماند که جرم آن نیز برابر $\frac{4}{9}$ جرم اولیهٔ تار خواهد بود. بنابراین، با توجه به این‌که در حالت جدید طول تار برابر طول اولیهٔ آن می‌شود، با استفاده از رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{FL}{m}}$ به صورت زیر، تندی انتشار موج عرضی را می‌یابیم:

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{F_2}{F_1}\times\frac{L_2}{L_1}\times\frac{m_1}{m_2}}$$

$$\xrightarrow[F_1=F_2\ ,\ L_1=L_2=L\ ,\ v_1=100\frac{m}{s}]{m_2=m_1-\frac{5}{9}m_1=\frac{4}{9}m_1}$$

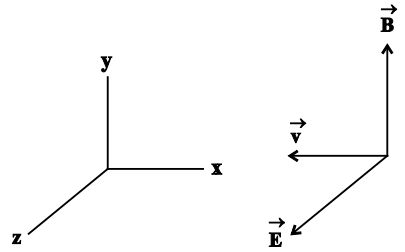
$$\frac{v_2}{100}=\sqrt{1\times1\times\frac{m_1}{\frac{4}{9}m_1}} \Rightarrow \frac{v_2}{100}=\sqrt{\frac{9}{4}} \Rightarrow \frac{v_2}{100}=\frac{3}{2}$$

$$v_2=150\frac{m}{s}$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۲ و ۷۳)

14- **گزینهٔ «۲»** *(زهره آقامحمدی)*

ابتدا در یک لحظه با توجه به شکل زیر، جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی را رسم می‌کنیم.



با استفاده از قاعدهٔ دست راست، اگر چهار انگشت دست راست خود را در جهت میدان الکتریکی قرار دهیم به‌طوری که میدان مغناطیسی از کف دستمان خارج شود، جهت انگشت شست، جهت انتشار را نشان می‌دهد. در نتیجه جهت انتشار موج خلاف جهت محور xها خواهد بود.

اکنون با توجه به نمودار داریم:

$$3\frac{\lambda}{2}=180\,nm \Rightarrow \lambda=120\,nm$$

$$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{120\times10^{-9}\,m}{3\times10^{8}\,\frac{m}{s}}=4\times10^{-16}\,s$$

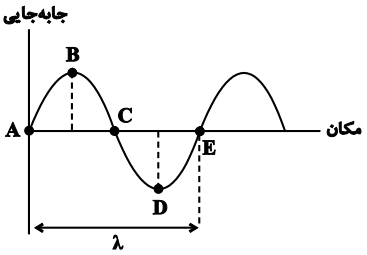
زمان هر ۱۰۰ نوسان برابر است با:

$$n=\frac{t}{T} \Rightarrow 100=\frac{t}{4\times10^{-16}} \Rightarrow t=4\times10^{-14}\,s$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۴ تا ۷۶)

15- **گزینهٔ «۳»** *(زهره آقامحمدی)*

در انتشار موج طولی در یک فنر بلند کشیده شده در یک لحظه از زمان، در مکان‌هایی که بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد (نقاط A، C و E)، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر صفر است. در وسط فاصلهٔ بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینهٔ مجاور هم (نقاط B و D)، اندازهٔ جابه‌جایی هر جز فنر از وضعیت تعادل، بیشینه است. به این ترتیب می‌توان برای این فنر، نمودار جابه‌جایی- مکان را مطابق شکل زیر رسم کرد.



همان‌طور که از نمودار مشخص است، AE برابر طول موج است، در نتیجه فاصلهٔ AD برابر است با:

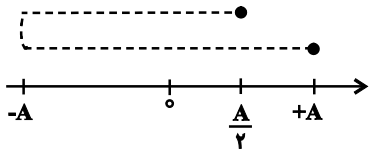
$$AD=\frac{3}{4}\lambda$$

با توجه به این توضیحات، موارد (آ)، (ب) و (پ) صحیح هستند.

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحهٔ ۷۷)

16- **گزینهٔ «۲»** *(سعید شرق)*

با توجه به شکل داده شده، نقطهٔ M در $+\frac{A}{۲}$ و در حال نزدیک شدن به مبدأ نوسان است.



$$+\frac{A}{۲}=A\cos\omega t$$

$$\left.\begin{matrix}\frac{\pi}{۳}=\omega t_۱\\ \omega=\frac{۲\pi}{T}\end{matrix}\right\}\Rightarrow t_۱=\frac{T}{۶}$$

$$+A=A\cos\omega t\Rightarrow ۲\pi=\omega(t_۱+۲)$$

$$۲\pi=\frac{۲\pi}{T}\times(t_۱+۲)\Rightarrow T=t_۱+۲\Rightarrow T=\frac{T}{۶}+۲\Rightarrow T=۲/۴s$$

$$\frac{۳\lambda}{۴}=\frac{۹۰}{۱۰۰}\Rightarrow\lambda=\frac{۰/۹\times۴}{۳}=۱/۲m$$

$$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{۱/۲}{۲/۴}=۰/۵\frac{m}{s}$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۰ تا ۷۳)

17- **گزینهٔ «۱»** *(سیدجواد نظری)*

چون هر ذره از موج، حرکت ذرهٔ قبل خود را تکرار می‌کند، دو حالت داریم:

۱- اگر موج به سمت راست برود، جهت حرکت ذرهٔ A به سمت بالا و جهت حرکت ذرهٔ B به سمت پایین است.

۲- اگر موج به سمت چپ برود، جهت حرکت ذرهٔ A به سمت پایین و جهت حرکت ذرهٔ B به سمت بالا است.

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۰ تا ۷۳)

18- **گزینهٔ «۱»** *(حسام نادری)*

کافیست روابط مربوط به شدت و تراز شدت صوت را در دو حالت بنویسیم و داریم:

$$I=\frac{P}{۴\pi r^۲}\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\times(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

$$r_۱=vt\quad,\quad r_۲=vt'$$

$$\frac{I_۲}{I_۱}=۱\times(\frac{vt}{vt'})^۲\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{t}{t'})^۲$$

$$\beta_۲-\beta_۱=\log(\frac{I_۲}{I_۱})=-۲/۶\Rightarrow\log(\frac{t}{t'})^۲=-۲/۶$$

$$\Rightarrow ۲\log(\frac{t}{t'})=-۲/۶\Rightarrow\log(\frac{t}{t'})=-۱/۳$$

$$\Rightarrow\log(\frac{t'}{t})=۱/۳=۱+۰/۳=\log۱۰+\log۲=\log۲۰$$

$$\Rightarrow\frac{t'}{t}=۲۰$$

* توجه: $\log۲=\log\frac{۱۰}{۵}=\log۱۰-\log۵=۱-۰/۷=۰/۳$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۰ تا ۸۳)

19- **گزینهٔ «۳»** *(شارمان ویسی)*

می‌دانیم اختلاف دو تراز شدت صوت برحسب dB، طبق معادلات زیر به دست می‌آید:

$$\begin{cases}\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۱}{I_۰}\\ \beta_۲=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\end{cases}\Rightarrow\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$$

شدت با فاصله رابطهٔ عکس مجذوری دارد: $\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$

$$\beta_۲=\frac{\beta_۱}{۲}=۳$$

$$\frac{\beta_۱}{۲}-\beta_۱=۱۰\log(\frac{r}{r_۲})^۲\Rightarrow-\frac{۱}{۲}\beta_۱=۱۰\log(\frac{r}{r_۲})^۲$$

$$\Rightarrow-۰/۳=\log(\frac{r}{r_۲})^۲\Rightarrow-\log۲=\log(\frac{r}{r_۲})^۲$$

$$\log۲^{-۱}=\log(\frac{r}{r_۲})^۲\Rightarrow۲^{-۱}=(\frac{r}{r_۲})^۲$$

$$\xrightarrow{\text{از طرفین جذر می‌گیریم}}\frac{r}{r_۲}=\frac{۱}{\sqrt{۲}}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\Rightarrow r_۲=\sqrt{۲}r$$

$$\Delta r=r_۲-r_۱=\sqrt{۲}r-r=(\sqrt{۲}-۱)r$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۰ تا ۸۳)

20- **گزینهٔ «۲»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

می‌دانیم تندی موج طولی در یک جسم جامد از تندی موج عرضی در همان جسم بیشتر است. بنابراین موج طولی در زمان کمتری، فاصلهٔ معین را طی خواهد کرد. داریم:

$$\Delta t=t_S-t_P\Rightarrow\Delta t=\frac{\Delta x}{v_S}-\frac{\Delta x}{v_P}\Rightarrow۹۰=\frac{۷۲۰}{v}-\frac{۷۲۰}{۸}$$

$$\Rightarrow۱۸۰=\frac{۷۲۰}{v}\Rightarrow v=\frac{۷۲۰}{۱۸۰}=۴\frac{km}{min}$$

(فیزیک ۳- نوسان و موج؛ صفحه ۷۸)

فیزیک ۳: برهم‌کنش‌های موج: صفحه‌های ۸۹ تا ۱۰۲ | وقت پیشنهادی: **۱۵ دقیقه**

۱- چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

الف) در نمودار پرتویی، یک پرتو، پیکان مستقیمی است عمود بر جبهه‌های موج و نشان‌دهندهٔ جهت انتشار موج.

ب) در پدیدهٔ پژواک، اگر تأخیر زمانی بین دو صوت اولیه و بازتابیده، ۰/۲ ثانیه باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

پ) بازتاب پخشنده وقتی رخ می‌دهد که نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد.

ت) تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد و در قسمت‌های عمیق کمتر است.

ث) پدیدهٔ سراب به دلیل تغییر ضریب شکست در لایه‌های هوا به علت اختلاف دما بین آن‌ها رخ می‌دهد.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

۲ - دو دانش‌آموز مطابق شکل زیر، مقابل صخره‌ای ایستاده‌اند. دانش‌آموز (۱) فریاد می‌زند و دانش‌آموز (۲) دو صدا به فاصلهٔ یک ثانیه از هم می‌شنود. اگر دانش‌آموز (۱)، ۶۸ متر به صخره نزدیک شود سپس فریاد بزند، دانش‌آموز (۲) دو صدا را با فاصلهٔ چند ثانیه از هم می‌شنود؟ $(v_{\text{صوت در هوا}} = ۳۴۰\frac{m}{s})$

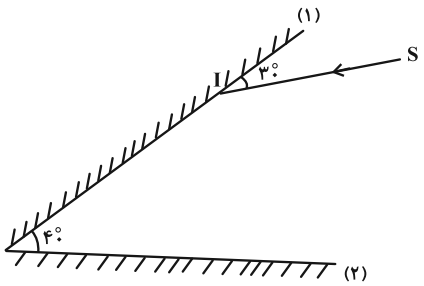
۱) ۰/۲

۲) ۰/۳

۳) ۰/۴

۴) ۰/۶

۳ - مطابق شکل زیر، پرتو نور SI به آینهٔ (۱) می‌تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI، زاویهٔ چند درجه می‌سازد؟ (ابعاد آینه‌ها به اندازهٔ کافی بزرگ است.)



۱) ۱۴۰°

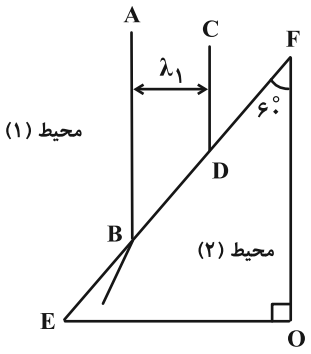
۲) ۱۵۰°

۳) ۱۶۰°

۴) ۱۷۰°

محل انجام محاسبات

۴ - مطابق شکل زیر، جبهه‌های موجی بر مرز بین محیط (۱) و محیط (۲) فرود آمده‌اند. کدام مورد درست بیان شده است؟ (CD موازی OF است.)



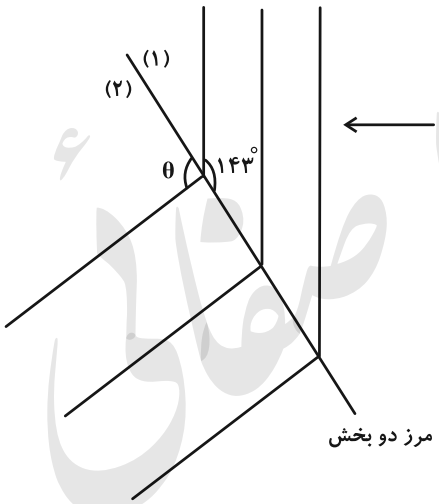
۱) ادامهٔ جبههٔ موج CD در محیط (۲) با جبههٔ موج AB موازی است.

۲) تندی موج در محیط (۲) بزرگ‌تر از تندی موج در محیط (۱) است.

۳) بسامد موج در اثر وارد شدن به محیط (۲) کاهش می‌یابد.

۴) زاویهٔ پرتو تابش (تابیده شده) به سطح EF برابر ۶۰° است.

۵ - مطابق شکل زیر، جبهه‌های موج تخت، روی سطح آب تشت موج از بخش (۱) به بخش (۲) با عمق متفاوت وارد می‌شود. اگر نسبت ضرایب شکست دو محیط، $\frac{۴}{۳}$ باشد، زاویهٔ θ چند درجه است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



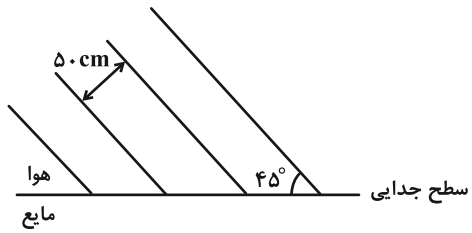
۱) ۱۴۳°

۲) ۱۲۷°

۳) ۱۵۰°

۴) ۱۳۴°

۶ - مطابق شکل، جبهه‌های یک موج صوتی از هوا به مایعی تابیده و هنگام ورود به آن، ۱۵° منحرف می‌شوند. طول موج صوت در این مایع چند سانتی‌متر است؟



۱) $۵۰\sqrt{۲}$

۲) $۵۰\sqrt{۶}$

۳) $۲۵\sqrt{۲}$

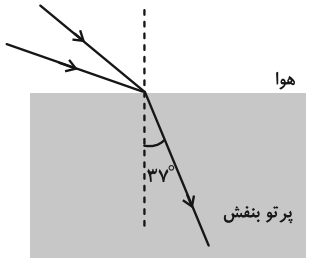
۴) $۲۵\sqrt{۶}$

محل انجام محاسبات

۷ - نور مسافت d را در محیط شفاف (۱) در مدت زمان t و همین مسافت را در محیط شفاف (۲) در مدت زمان $\frac{۴}{۳}t$ طی می‌کند. سرعت نور در محیط (۲) چند درصد از محیط (۱) کمتر است و اگر نور با زاویهٔ تابش ۵۳° از محیط (۱) وارد محیط (۲) شود چند درجه از راستای اولیه‌اش منحرف می‌شود؟ ($\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$ ، $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ و $\sin ۳۰^\circ = ۰/۵$)

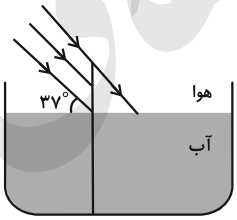
۱) ۲۰٪ و ۱۶°
۲) ۲۰٪ و ۲۳°
۳) ۲۵٪ و ۱۶°
۴) ۲۵٪ و ۲۳°

۸ - مطابق شکل زیر، دو پرتو آبی و قرمز به سطح یک تیغهٔ متوازی‌السطوح می‌تابند. زاویهٔ بین دو پرتو فرودی آبی و قرمز چند درجه باشد تا در داخل تیغه تنها یک پرتو بنفش داشته باشیم؟ (ضریب شکست تیغه برای نور قرمز $\frac{۷}{۶}$ و برای نور آبی $\frac{۴}{۳}$، $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ ، $\sqrt{۳} \simeq ۱/۷$ و $\sqrt{۲} \simeq ۱/۴$ است.) آزمون وی ای پی



۱) ۷°
۲) ۸°
۳) ۱۵°
۴) ۱۶°

۹ - مطابق شکل میله‌ای به طول ۲/۱m به صورت عمودی بر کف استخر به عمق ۱/۵m نصب شده است و پرتوهای خورشید به صورت موازی به میله می‌تابند. طول سایهٔ میله در کف استخر در SI کدام است؟ ($n_{آب} = \frac{۴}{۳}$ و $\cos ۵۳^\circ = ۰/۶$)



۱) ۱/۱۲۵
۲) ۰/۸
۳) ۱/۹۲۵
۴) ۰/۶

۱۰ - در چند مورد پراش بارزتری را مشاهده خواهیم کرد؟ (a : پهنای شکاف)

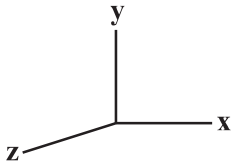
الف) حاصل $\frac{\lambda}{a}$ افزایش یابد.
ب) حاصل af کاهش یابد.
پ) حاصل $\frac{T}{a}$ افزایش یابد.
ت) حاصل $\frac{af}{T}$ کاهش یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

محل انجام محاسبات

رشته ریاضی

11 - یک موج الکترومغناطیسی با طول موج $60nm$ در خلا و در جهت مثبت محور y منتشر می‌شود، اگر در لحظهٔ $t=0$ بردار میدان الکتریکی در مبدأ مکان در جهت منفی محور z باشد، جهت بردار میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی در لحظهٔ $t=5\times10^{-16}s$ در مبدأ مکان به ترتیب از راست به چپ مطابق کدام گزینه است؟ $(c=3\times10^{8}\frac{m}{s})$



۱) $-x$ ، $+z$

۲) $+x$ ، $+z$

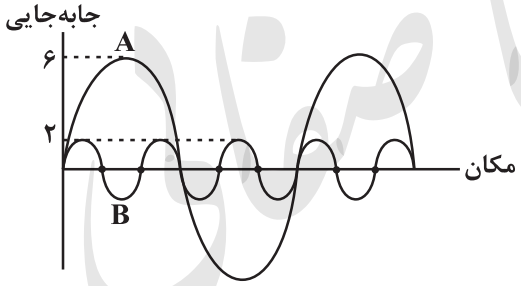
۳) $-x$ ، $-z$

۴) $+x$ ، $-z$

12 - یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای، امواج صوتی را در یک فضای باز منتشر می‌کند. اگر تراز شدت صوت نقاطی که در فاصلهٔ ۱۰ متری از چشمهٔ صوت قرار دارند برابر ۹۰ دسی‌بل باشد، توان تولیدی چشمهٔ صوت چند وات است؟ (فرض کنید اتلاف انرژی نداریم و $I_{0}=10^{-12}\frac{W}{m^{2}}, \pi\simeq3$)

۱) ۹ ۲) ۱۲ ۳) ۰/۹ ۴) ۱/۲

13 - نمودار جابه‌جایی –مکان دو موج صوتی A و B که به ترتیب در دو محیط مختلف با تندی‌های v_A و v_B منتشر می‌شوند، مطابق شکل زیر است. اگر تراز شدت صوت در فاصلهٔ d از چشمهٔ صوتی A برابر ۵۵ دسی‌بل باشد. انرژی صوتی رسیده به سطحی به مساحت ۵ میلی‌متر مربع که در فاصلهٔ $\frac{d}{2}$ از چشمهٔ صوتی B و عمود بر راستای انتشار موج قرار دارد در مدت یک ثانیه چند میکروژول است؟



$(\log2=0/3, V_B=2V_A, I_{0}=10^{-12}\frac{w}{m^{2}})$

۱) $1/28\times10^{-4}$

۲) $1/28\times10^{-5}$

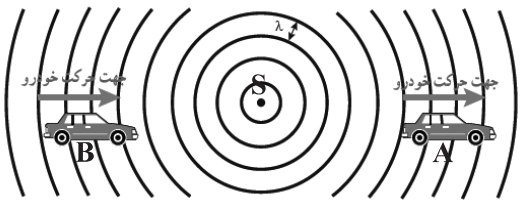
۳) $2/56\times10^{-4}$

۴) $2/56\times10^{-5}$

14 - اگر فقط دامنهٔ چشمهٔ صوتی را افزایش دهیم، برای شنونده‌ای که در فاصلهٔ معینی از چشمه ایستاده است، به ترتیب از راست به چپ، ارتفاع و بلندی صوت چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش، افزایش ۲) افزایش، ثابت ۳) ثابت، افزایش ۴) ثابت، ثابت

15 - مطابق شکل چشمهٔ ساکن S موج صوتی با طول موج λ و بسامد f گسیل می‌کند. اگر طول موج صوت در محل دو خودرو A و B به ترتیب λ_A و λ_B و بسامد صوت دریافتی سرنشینان خودروهای A و B به ترتیب f_A و f_B باشد، کدام گزینه درست است؟



۱) $f_A<f<f_B$ و $\lambda_A=\lambda_B=\lambda$

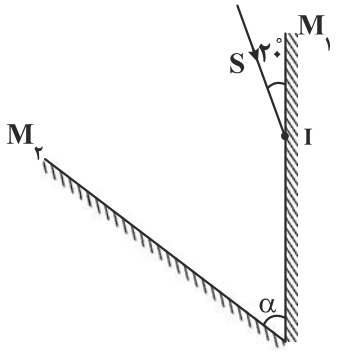
۲) $f_A<f<f_B$ و $\lambda_A<\lambda<\lambda_B$

۳) $f_A>f>f_B$ و $\lambda_A>\lambda>\lambda_B$

۴) $f_A=f=f_B$ و $\lambda_A=\lambda_B=\lambda$

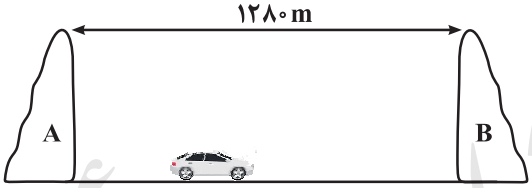
محل انجام محاسبات

16 – در شکل مقابل، پرتو SI پس از ۵ برخورد متوالی با آینه‌های M_1 و M_2، از مجموعهٔ این دو آینه خارج می‌شود. زاویهٔ α چند درجه است؟ (مسیر عبور پرتوی SI، با پرتوی خروجی یکسان است.)



۱) ۴۰
۲) ۲۰
۳) ۳۵
۴) ۳۰

17 – اتومبیلی در بین دو صخره که در فاصلهٔ ۱۲۸۰ متری از یکدیگر قرار دارند از حال سکون با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به سمت صخرهٔ B شروع به حرکت می‌کند و هنگامی که به فاصلهٔ ۶۰۰ متری از صخرهٔ A می‌رسد بوق می‌زند. اگر راننده پژواک بوق خود را هم‌زمان از دو صخره دریافت کند، در لحظهٔ شروع حرکت فاصلهٔ آن از صخرهٔ A چند متر بوده است؟ $(v_{صوت} = ۳۲۰\frac{m}{s})$

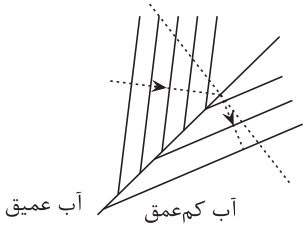


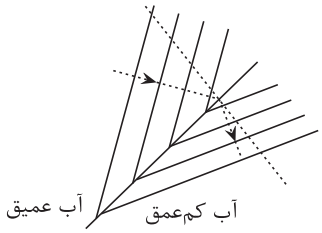
۱) ۵۲۰
۲) ۴۸۴
۳) ۵۳۶
۴) ۴۳۶

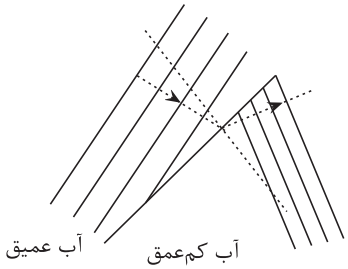
18 – در کدام‌یک از موارد زیر از مکان‌یابی پژواکی امواج الکترومغناطیسی به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود؟

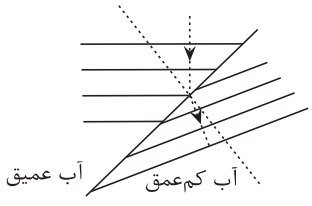
۱) میکروفون سهموی
۲) دستگاه لیتوتریپسی
۳) تعیین تندی خودروها
۴) تعیین تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز) در رگ‌ها

19 – یک موج سطحی در آب از قسمت عمیق وارد قسمت کم‌عمق می‌شود. کدام گزینه جبهه‌های موج در این دو قسمت را به‌درستی نشان می‌دهد؟

۱)


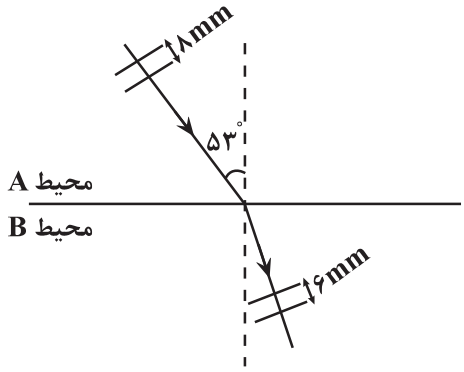
۲)


۳)


۴)


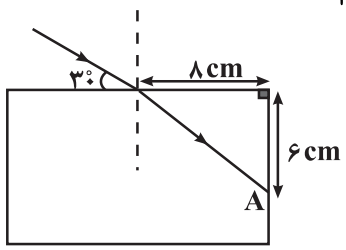
محل انجام محاسبات

20 – مطابق شکل مقابل، پرتو موج الکترومغناطیسی از محیط A وارد محیط B می‌شود. اگر فاصلهٔ هر دو جبههٔ موج، در محیط A، ۸mm و در محیط B، ۶mm باشد، زاویهٔ انحراف پرتو چند درجه است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



۱) ۱۵
۲) ۱۶
۳) ۲۰
۴) ۲۳

21 – مطابق شکل، پرتو نوری از هوا به سطح مایع شفاف داخل یک ظرف تابیده و پس از ورود به مایع در نقطهٔ A به دیوارهٔ ظرف برخورد می‌کند. تندی پرتوی نور درون مایع شفاف، چند برابر تندی آن در هوا است؟ $(\cos ۳۷^\circ = \frac{۸}{۱۰})$



۱) $\frac{۳\sqrt{۳}}{۸}$
۲) $\frac{۵\sqrt{۳}}{۳}$
۳) $\frac{۵\sqrt{۳}}{۸}$
۴) $\frac{۸\sqrt{۳}}{۱۵}$

دکتر محمدرضا صفائی

محل انجام محاسبات

فیزیک ۳– پیشروی سریع

۱- **گزینهٔ «۲»** *(حسام نادری)*

موارد (ب) و (ت) نادرست‌اند و بقیه موارد طبق متن کتاب درسی درست هستند.

علت نادرستی مورد (ب): اگر تأخیر زمانی بین دو صوت اولیه و بازتابیده کمتر از ۰/۱ ثانیه باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد. پس با عدد ۰/۲ ثانیه امکان‌پذیر است.

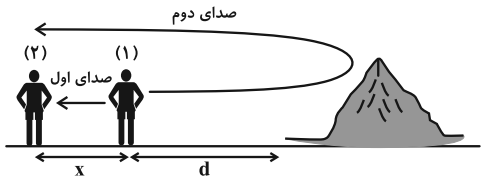
علت نادرستی مورد (ت): تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد و در قسمت‌های عمیق بیشتر است.

(فیزیک ۳– برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۱ تا ۹۵ و ۹۸)

---

۲ - **گزینهٔ «۴»** *(زهره آقامحمدی)*

اگر دانش‌آموز (۱) فریاد بزند، دانش‌آموز (۲) دو صدا می‌شنود. یکی صدایی که مستقیم از دانش‌آموز (۱) به (۲) می‌رسد و دومین صدا، صدایی است که از پژواک صدای دانش‌آموز (۱) می‌شنود. اگر زمان شنیدن صدای اول t_1 و زمان شنیدن صدای دوم t_2 باشد داریم:



$$t=\frac{\Delta x}{v}\Rightarrow t_2-t_1=\frac{2d+x}{v_{صوت}}-\frac{x}{v_{صوت}}=\frac{2d}{v_{صوت}}$$

$$\xrightarrow[v_{صوت}=340\frac{m}{s}]{t_2-t_1=1s} 1=\frac{2d}{340}\Rightarrow d=170m$$

دیدیم که اختلاف زمانی دو صدا به فاصلهٔ دو دانش‌آموز از هم (x) بستگی ندارد. اگر دانش‌آموز (۱)، ۶۸ متر به صخره نزدیک شود، داریم:

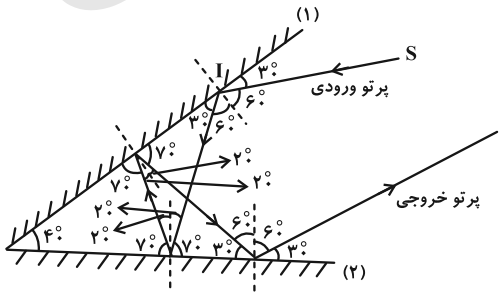
$$d'=d-68=170-68=102m$$

$$\Rightarrow t'_2-t'_1=\frac{2d'}{v_{صوت}}=\frac{2\times102}{340}=0/6s$$

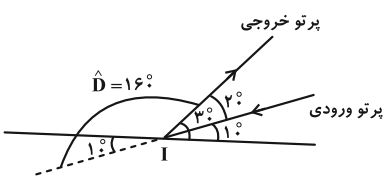
(فیزیک ۳– برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۲ و ۹۳)

3- **گزینهٔ «۳»** *(میثمی نکوئیان)*

طبق قانون بازتاب عمومی، همواره زاویهٔ تابش و بازتاب با هم برابر است. پس مطابق با شکل زیر داریم:



و در نهایت، زاویهٔ امتداد پرتو بازتاب نهایی (پرتو خروجی) با امتداد پرتو SI (پرتو ورودی) را به صورت زیر به دست می‌آوریم:



(فیزیک ۳– برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۳ و ۹۴)

دکتر محمدرضا صفائی

۴ - **گزینهٔ «۴»** *(غلامرضا محبی)*

بررسی گزینه‌ها:

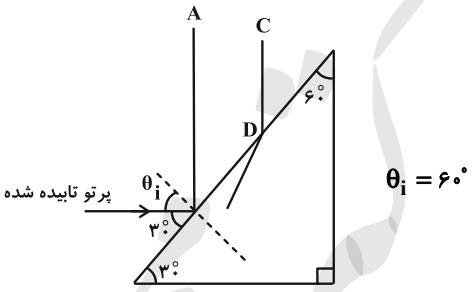
۱) نادرست؛ ادامهٔ موج CD در محیط (۲) با جبههٔ موج AB موازی نیست.

۲) نادرست؛ تندی در محیط (۲) کوچک‌تر است.

$$\lambda_2 < \lambda_1 \xrightarrow{f=\text{ثابت}} v_2 < v_1$$

۳) نادرست؛ بسامد ثابت می‌ماند.

۴) درست



(فیزیک ۳- برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۵ و ۹۶)

---

۵ - **گزینهٔ «۲»** *(مجتبی نکوئیان)*

همان‌طور که می‌دانیم زاویهٔ تند بین جبهه‌های موج فرودی، و مرز دو بخش، برابر با زاویهٔ تابش (θ_1) و زاویهٔ تند بین جبهه‌های موج شکسته و مرز دو بخش، برابر با زاویهٔ شکست (θ_2) است، پس:

$$\theta_1 = ۱۸۰^\circ - ۱۴۳^\circ = ۳۷^\circ \quad , \quad \theta_2 = ۱۸۰ - \theta \qquad (I)$$

با توجه به این‌که فاصلهٔ بین جبهه‌های موج در محیط (۲)، بیشتر از فاصلهٔ بین جبهه‌های موج در محیط (۱) است، می‌توان گفت که طول موج و در نتیجه تندی انتشار موج در محیط (۲)، بیشتر از طول موج و تندی انتشار موج در محیط (۱) است، بنابراین: $\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{۴}{۳}$ **(II)**

از طرفی طبق قانون شکست اسنل داریم:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$$

$$\xrightarrow{(I),(II)} \frac{۴}{۳} = \frac{\sin(۱۸۰^\circ - \theta)}{۰/۶} \Rightarrow \sin(۱۸۰ - \theta) = ۰/۸$$

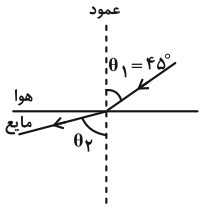
$$\Rightarrow ۱۸۰^\circ - \theta = ۵۳^\circ \Rightarrow \theta = ۱۲۷^\circ$$

(فیزیک ۳- برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۴ تا ۹۸)

---

۶ - **گزینهٔ «۴»** *(علیرضا جباری)*

زاویهٔ بین جبهه‌های موج و سطح جدایی دو محیط، همان زاویهٔ پرتو با خط عمود است. بنابراین زاویهٔ تابش ۴۵° است.



چون صوت از هوا وارد مایع شده، پس پرتو از خط عمود دور می‌شود و زاویهٔ شکست از زاویهٔ تابش بیشتر است.

$$\theta_2 = \theta_1 + ۱۵^\circ \Rightarrow \theta_2 = ۴۵^\circ + ۱۵^\circ = ۶۰^\circ$$

طبق قانون شکست عمومی داریم: $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$

از طرفی چون بسامد موج هنگام ورود از هوا به مایع تغییر نمی‌کند و با توجه به رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ نتیجه می‌گیریم: $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$

فاصلهٔ بین دو جبههٔ موج متوالی در هوا $۵۰\,cm$ داده شده، پس $\lambda_1 = ۵۰\,cm$ است.

$$\frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۴۵^\circ} = \frac{\lambda_2}{۵۰} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{\sqrt{۲}}{۲}} = \frac{\lambda_2}{۵۰}$$

$$\Rightarrow \lambda_2 = \frac{۵۰\sqrt{۳}}{\sqrt{۲}} = \frac{۵۰\sqrt{۶}}{۲} = ۲۵\sqrt{۶}\,cm$$

(فیزیک ۳- برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۶ تا ۹۸)

---

۷ - **گزینهٔ «۳»** *(کامران ابراهیمی)*

طبق رابطهٔ $v = \frac{d}{t}$ داریم:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\frac{d}{۴}t}{\frac{d}{t}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow v_2 = \frac{۳}{۴}v_1$$

نتیجه می‌گیریم سرعت نور در محیط (۲)، ۲۵٪ از سرعت نور در محیط (۱) کمتر است. از طرفی طبق رابطهٔ اسنل داریم:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \frac{\sin\theta_2}{\underbrace{\sin ۵۳^\circ}_{۰/۸}} = \frac{۳}{۴}$$

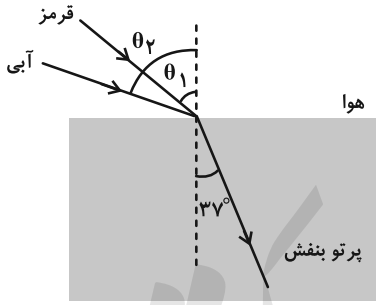
$$\Rightarrow \sin\theta_2 = ۰/۶ \Rightarrow \theta_2 = ۳۷^\circ$$

زاویهٔ انحراف $D = \theta_1 - \theta_2 = ۵۳^\circ - ۳۷^\circ = ۱۶^\circ$

(فیزیک ۳- برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۷ و ۹۸)

۸ - **گزینهٔ «۲»** *(محمدجواد سورچی)*

ابتدا با توجه به این‌که ضریب شکست محیط شفاف برای نور آبی از قرمز بیشتر است، پرتوهای قرمز و آبی را مشخص می‌کنیم:



سپس طبق قانون شکست اسنل θ_1 و θ_2 را به دست می‌آوریم:

$$\frac{n_{\text{قرمز}}}{n_{\text{هوا}}}=\frac{\sin\theta_1}{\sin 37^\circ}\Rightarrow\frac{\frac{7}{6}}{1}=\frac{\sin\theta_1}{0/6}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_1=0/7=\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow\theta_1=45^\circ$$

$$\frac{n_{\text{آبی}}}{n_{\text{هوا}}}=\frac{\sin\theta_2}{\sin 37^\circ}\Rightarrow\frac{\frac{4}{3}}{1}=\frac{\sin\theta_2}{0/6}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_2=\frac{4}{3}\times 0/6=0/8\Rightarrow\theta_2=53^\circ$$

حال اختلاف زوایای θ_1 و θ_2 را حساب می‌کنیم:

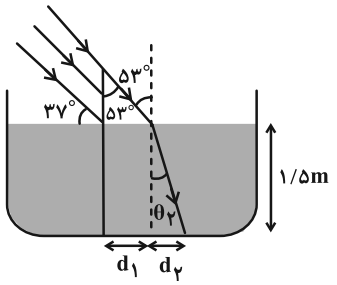
$$\theta_2-\theta_1=53-45=8^\circ$$

(فیزیک ۳- برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۸ و ۱۰۰)

---

۹ - **گزینهٔ «۳»** *(سیده‌ملیحه میرصالحی)*

پرتور نور مطابق شکل با زاویهٔ تابش $90^\circ-37^\circ=53^\circ$ وارد آب شده و شکسته می‌شود. بنابراین ناحیهٔ سایه‌ای ایجاد می‌شود که برای محاسبهٔ طول آن باید مجموع d_1 و d_2 را محاسبه کنیم.



بنابراین ابتدا در مثلث بالایی داریم:

$$x=\text{طولی از میله که بیرون آب است}=2/1-1/5=0/6\,m$$

$$\tan 53^\circ=\frac{d_1}{0/6}\Rightarrow d_1=0/6\times\frac{0/8}{0/6}=0/8\,m$$

حال با استفاده از قانون شکست اسنل، زاویهٔ شکست را محاسبه کرده و به کمک روابط مثلثاتی طول d_2 را نیز می‌یابیم:

$$n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2\xrightarrow[n_2=\frac{4}{3},\ \theta_2=?]{n_{\text{هوا}}=1,\ \theta_1=53^\circ}1\times\sin 53^\circ=\frac{4}{3}\sin\theta_2$$

$$\Rightarrow\sin\theta_2=\frac{3}{4}\times 0/8=0/6\Rightarrow\theta_2=37^\circ$$

$$\tan\theta_2=\frac{d_2}{\text{عمق استخر}}\Rightarrow d_2=1/5\times\frac{0/6}{0/8}=\frac{9}{8}\,m$$

بنابراین طول سایه برابر است با:

$$\text{طول سایه}: d_1+d_2=0/8+\frac{9}{8}=1/925\,m$$

(فیزیک ۳- برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۶ تا ۹۹)

---

۱۰ - **گزینهٔ «۴»** *(محمد نهاوندی‌مقدم)*

برای آن‌که پراش بارزتری را شاهد باشیم، باید شکاف a کوچک‌تر و طول موج بزرگ‌تر باشد.

بررسی موارد:

الف) درست $\quad\frac{\lambda\uparrow}{a\downarrow}\Rightarrow\frac{\lambda}{a}\uparrow$

ب) درست $\quad\frac{\lambda\uparrow}{a\downarrow}\Rightarrow\frac{v}{\downarrow f\,a\downarrow}\Rightarrow af\downarrow$

پ) درست $\quad\frac{\lambda\uparrow}{a\downarrow}\Rightarrow\frac{vT\uparrow}{a\downarrow}\Rightarrow\frac{T}{a}\uparrow$

ت) درست

$$\frac{\lambda\uparrow}{a\downarrow}\Rightarrow\frac{vT\uparrow}{a\downarrow}\Rightarrow\frac{T\uparrow}{a\downarrow}\quad\text{یا}\quad\frac{T.T\uparrow}{a\downarrow}\uparrow\Rightarrow\frac{T}{af}\uparrow\Rightarrow\frac{af}{T}\downarrow$$

(فیزیک ۳- برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۱۰۱ و ۱۰۲)

---

11 – **گزینهٔ «۲»** *(امیرحسین برادران)*

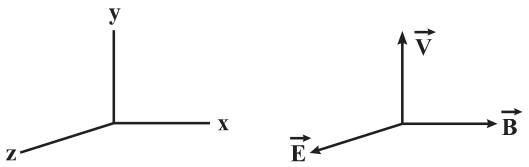
ابتدا دورهٔ موج را به‌دست می‌آوریم:

$$T=\frac{\lambda}{V}\xrightarrow[\lambda=۶۰nm=۶\times۱۰^{-۸}m]{v=c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}}T=۲\times۱۰^{-۱۶}s$$

اکنون مشخص می‌کنیم از مبدأ زمان تا لحظهٔ $t=۵\times۱۰^{-۱۶}s$ چند نوسان کامل انجام گرفته است.

$$n=\frac{t}{T}=\frac{۵\times۱۰^{-۱۶}}{۲\times۱۰^{-۱۶}}=\frac{۵}{۲}$$

با توجه به اینکه ۲/۵ نوسان کامل انجام گرفته است. بنابراین در این لحظه جهت بردار میدان الکتریکی خلاف جهت آن در لحظهٔ $t=۰$ است. با توجه به قاعدهٔ دست راست اگر چهار انگشت در جهت میدان الکتریکی طوری قرار گیرد که خم شدن آن جهت میدان مغناطیسی را نشان دهد در این‌صورت انگشت شست جهت انتشار موج را مشخص می‌کند.



(توسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۶۶ تا ۶۸)

---

12 - **گزینهٔ «۴»** *(زهره آقامحمدی)*

ابتدا با استفاده از رابطهٔ تراز شدت صوت، شدت صوت در فاصلهٔ ۱۰ متری از چشمهٔ صوت را می‌یابیم:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_{۰}}\xrightarrow[I_{۰}=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^{۲}}]{\beta=۹۰dB}$$

$$۹۰=۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}\Rightarrow ۹=\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}\xrightarrow{۹=\log ۱۰^{۹}}$$

$$\log ۱۰^{۹}=\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}\Rightarrow\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}=۱۰^{۹}\Rightarrow I=۱۰^{-۳}\frac{W}{m^{۲}}$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ $I=\frac{P}{A}$ و با توجه به این‌که $A=۴\pi r^{۲}$ است، توان چشمهٔ صوت را می‌یابیم:

$$I=\frac{P}{A}\xrightarrow{A=۴\pi r^{۲}}I=\frac{P}{۴\pi r^{۲}}\xrightarrow[r=۱۰m,\pi=۳]{I=۱۰^{-۳}\frac{W}{m^{۲}}}$$

$$۱۰^{-۳}=\frac{P}{۴\times۳\times۱۰^{۲}}\Rightarrow P=۱/۲W$$

(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۷۲ تا ۷۴)

13- **گزینهٔ «۴»** (امیرحسین برادران)

می‌دانیم شدت صوت با مجذور دامنه و بسامد رابطهٔ مستقیم و با مجذور فاصله از چشمهٔ صوتی رابطهٔ عکس دارد. با توجه به نمودار نسبت بسامد دو صوت را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\lambda f$$

$$\lambda_A=۳\lambda_B\Rightarrow\frac{v_B}{v_A}=\frac{\lambda_B f_B}{\lambda_A f_A}\xrightarrow{v_B=۲v_A}$$

$$۲=\frac{۱}{۳}\times\frac{f_B}{f_A}\Rightarrow\frac{f_B}{f_A}=۶$$

اکنون شدت صوت A را در فاصلهٔ d از آن محاسبه می‌کنیم:

$$\beta=\log\frac{I}{I_۰}\xrightarrow[I_۰=۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^{۲}}]{\beta=۵۵dB}۱۰^{۵/۵}=\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\xrightarrow[۱۰^{۰/۳}=۱۰^{\log ۲}=۲]{۱۰^{۵/۵}=۱۰^{۴}\times۱۰^{۱/۵}=۱۰^{۴}\times(۱۰^{۰/۳})^{۵}}I=۱۰^{۴}\times۲^{۵}\times۱۰^{-۱۲}$$

$$=۳۲\times۱۰^{-۸}\frac{W}{m^{۲}}$$

$$I\propto\frac{A^{۲}f^{۲}}{d^{۲}}\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=(\frac{A_B}{A_A})^{۲}\times(\frac{f_B}{f_A})^{۲}\times(\frac{d_A}{d_B})^{۲}\xrightarrow[d_B=\frac{d_A}{۲}]{\frac{A_B}{A_A}=\frac{۱}{۳},\frac{f_B}{f_A}=۶}$$

$$\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=(\frac{۱}{۳})^{۲}\times۶^{۲}\times۲^{۲}=۱۶\Rightarrow I_B=۱۶\times۳۲\times۱۰^{-۸}\frac{W}{m^{۲}}$$

$$\xrightarrow[A=۵mm^{۲}=۵\times۱۰^{-۶}m^{۲}]{E=IAt}E=۱۶\times۳۲\times۱۰^{-۸}\times۵\times۱۰^{-۶}$$

$$=۲/۵۶\times۱۰^{-۱۱}J=۲/۵۶\times۱۰^{-۵}\mu J$$

(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۷۲ تا ۷۴)

14- **گزینهٔ «۳»** (مهدی آذرنسب)

می‌دانیم، ارتفاع بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند؛ بنابراین، با توجه به این‌که بسامد صوت ثابت می‌ماند، لذا ارتفاع صوت نیز ثابت خواهد ماند. از طرف دیگر بلندی شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند و هرچه شدت صوت بیشتر باشد، بلندی آن نیز بیشتر است. بنابراین، با توجه به رابطهٔ $\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{f_۲}{f_۱}\times\frac{r_۱}{r_۲})^{۲}$، با افزایش دامنهٔ چشمهٔ صوتی و ثابت بودن فاصلهٔ از چشمه و بسامد، شدت صوت افزایش می‌یابد، در نتیجه بلندی صوت نیز افزایش خواهد یافت.

(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۷۲ تا ۷۴)

15- **گزینهٔ «۱»** (عباس اصغری)

چون چشمهٔ صوت ثابت است، تجمع جبهه‌های موج در دو سوی چشمه یکسان است، لذا، امواج صوتی با طول موج یکسان در محل خودروهای A و B قرار دارد. یعنی $\lambda_A=\lambda_B=\lambda$ است.

برای مقایسهٔ بسامد، چون خودروی B به طرف چشمهٔ ساکن S حرکت می‌کند، در مقایسهٔ با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود که این منجر به افزایش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود. یعنی چشمه $f_B>f$ است.

برای خودروی A که از چشمهٔ صوت دور می‌شود، در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه‌های موج کمتری مواجه می‌شود که این منجر به کاهش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود. یعنی چشمه $f_A<f$ است. بنابراین داریم:

$$f_A<f<f_B$$

به‌طور کلی، اگر ناظر و چشمهٔ صوت به هم نزدیک شوند، بسامد صوت دریافتی بیشتر از بسامد چشمهٔ صوت واگر دور شوند، کمتر از بسامد چشمهٔ صوت است.

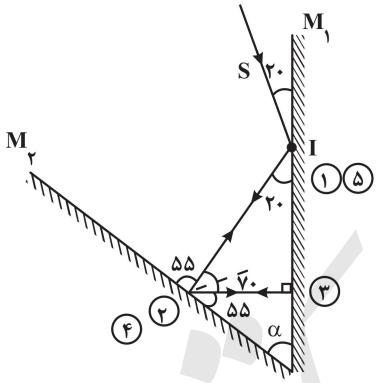
(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۷۵ و ۷۶)

16- **گزینهٔ «۳»** (مصطفی کیانی)

برای این‌که پرتو SI پس از ۵ برخورد متوالی با آینه‌های $M_۱$ و $M_۲$، از مجموعهٔ دو آینه خارج شود، باید در برخورد سوم، بر آینهٔ $M_۱$ عمود باشد. بنابراین با توجه به این‌که،

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

زاویهٔ پرتو ورودی با سطح آینه، در هر برخورد به اندازهٔ زاویهٔ بین دو آینه افزایش می‌یابد، با توجه به شکل زیر می‌توان نوشت:

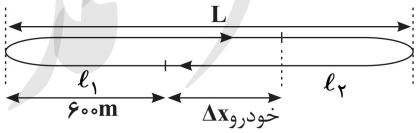


$$\alpha + ۵۵ + ۹۰ = ۱۸۰ \Rightarrow \alpha = ۳۵^\circ$$

(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۷۷ تا ۸۱)

۱۷- گزینهٔ «۳» (امیرحسین برادران)

چون راننده پژواک صوت از دو صخره را هم‌زمان دریافت می‌کند بنابراین مسافت طی شده توسط دو صوت از لحظهٔ بوق زدن تا لحظهٔ دریافت توسط راننده یکسان است.



(ℓ_1: مسافتی که صوت طی می‌کند تا پس از پژواک از صخرهٔ A به شخص برسد.

ℓ_2: مسافتی که صوت طی می‌کند تا پس از پژواک از صخرهٔ B به شخص برسد.)

$$\ell_1 = \ell_2 , \ell_1 + \ell_2 = ۲L \Rightarrow \ell_1 = \ell_2 = L = ۱۲۸۰m$$

اکنون زمانی که طول می‌کشد تا راننده صدای پژواک بوق را پس از لحظهٔ زدن بوق دریافت کند به‌دست می‌آوریم:

$$t_1 = t_2 = \frac{\ell_1}{v_{صوت}} = \frac{۱۲۸۰}{۳۲۰} = ۴s$$

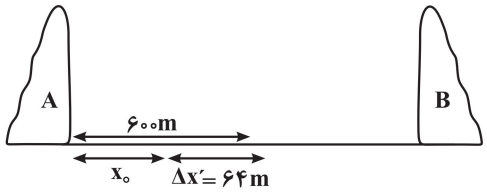
$$\ell_1 = L = ۲ \times ۶۰۰ + \Delta x_{خودرو} \Rightarrow \Delta x_{خودرو} = ۸۰m$$

اکنون با توجه به رابطهٔ حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \xrightarrow[a=۲\frac{m}{s^۲}, \Delta x = ۸۰m]{t=۴s} ۸۰ = ۴^۲ + ۴v_۰ \Rightarrow v_۰ = ۱۶\frac{m}{s}$$

اکنون جابه‌جایی اتومبیل از لحظهٔ شروع حرکت تا لحظه‌ای که سرعت آن برابر $۱۶\frac{m}{s}$ می‌شود را به‌دست می‌آوریم:

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x' \xrightarrow[v=۱۶\frac{m}{s}]{v_۰=۰, a=۲\frac{m}{s^۲}} \Delta x' = \frac{۱۶^۲}{۲ \times ۲} = ۶۴m$$



$$\Rightarrow x_۰ = ۶۰۰ - ۶۴ = ۵۳۶m$$

(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۷۸ و ۷۹)

18- گزینهٔ «۳» (آرش مروتی)

از مکان‌یابی پژواکی امواج الکترومغناطیسی برای تعیین تندی خودروها استفاده می‌شود. دقت کنید، اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی نیز برقرار است.

(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۷۸ تا ۸۰)

19- گزینهٔ «۴» (امیرحسین برادران)

تندی انتشار موج در قسمت عمیق بیش‌تر از قسمت کم‌عمق است. بنابراین مطابق رابطهٔ $v = \lambda f$ با توجه به این‌که بسامد تغییر نمی‌کند، طول موج در قسمت کم‌عمق کم‌تر است و فاصلهٔ جبهه‌های موج در قسمت کم‌عمق کم‌تر می‌شود. با انتقال موج از قسمت عمیق به کم‌عمق چون تندی کاهش می‌یابد، زاویهٔ راستای انتشار موج با خط عمود در مرز دو قسمت نیز کاهش می‌یابد.

(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۸۱ تا ۸۴)

20- گزینهٔ «۲» (محمدصادق مام‌سیره)

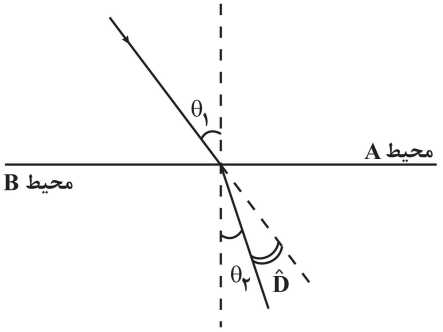
با استفاده از قانون شکست اسنل و با توجه به اینکه فاصلهٔ بین دو جبههٔ موج مجاور، طول موج است، می‌توان نوشت:

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \xrightarrow[f=\text{ثابت}]{v=\lambda f} \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$$

$$\xrightarrow[\lambda_A = ۸mm]{\theta_۱ = ۵۳^\circ, \lambda_B = ۶mm}$$

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin ۵۳^\circ} = \frac{۶}{۸} \xrightarrow{\sin ۵۳^\circ = ۰/۸} \frac{\sin\theta_۲}{۰/۸} = \frac{۶}{۸} \Rightarrow \sin\theta_۲ = ۰/۶$$

$$\Rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ$$



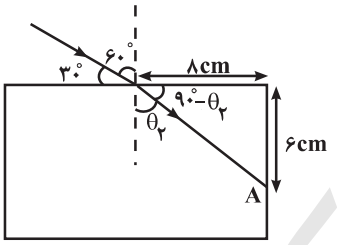
بنابراین، زاویهٔ انحراف برابر است با:

$$\hat{D} = |\theta_۱ - \theta_۲| = |۵۳ - ۳۷| \Rightarrow \hat{D} = ۱۶^\circ$$

(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۸۱ تا ۸۵)

21- **گزینهٔ «۴»** (مهدی آذرنسب)

در ابتدا با توجه به شکل، زاویهٔ شکست را به‌دست می‌آوریم:



$$\tan(90^\circ-\theta_2)=\frac{6}{8}=\frac{3}{4}\xrightarrow{\tan 37^\circ=\frac{3}{4}}90-\theta_2=37\Rightarrow\theta_2=53^\circ$$

اکنون با داشتن زوایای تابش و شکست و با استفاده از رابطهٔ زیر نسبت تندی پرتوی نور در محیط شفاف به تندی نور در هوا را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}\xrightarrow[\theta_2=53^\circ]{\theta_1=60^\circ}\frac{\sin 53}{\sin 60}=\frac{v_2}{v_1}$$

$$\xrightarrow[\sin 60^\circ=\frac{\sqrt{3}}{2}]{\sin 53^\circ=0/8}=\frac{\frac{8}{10}}{\frac{\sqrt{3}}{2}}=\frac{v_2}{v_1}\Rightarrow\frac{v_2}{v_1}=\frac{8}{5\sqrt{3}}=\frac{8\sqrt{3}}{15}$$

(نوسان و امواج) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۸۱ تا ۸۵)

دکتر محمدرضا صفائی

1 - کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد امواج ایستادهٔ تشکیل‌شده در یک ریسمان کشیده، نادرست است؟

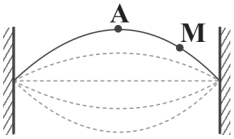
۱) فاصلهٔ دو شکم متوالی برابر با $\frac{\lambda}{۲}$ است.

۲) محل شکم‌ها و گره‌ها در یک موج ایستاده تغییر نمی‌کند.

۳) تندی ذرات ریسمان در نوسان‌های موج ایستاده یکسان است.

۴) تداخل موج‌های تابیده و بازتابیده در مکان گره‌ها، ویرانگر و در مکان شکم‌ها، سازنده است.

2 - مطابق شکل زیر، در یک طناب، موج ایستاده‌ای تشکیل شده است. چه تعداد از عبارت‌های زیر دربارهٔ دو نقطهٔ A و M نادرست است؟



الف) دامنهٔ نوسان ذره در هر دو نقطه یکسان است.

ب) در هر دو نقطه، شکم تشکیل شده است.

پ) بسامد نوسان ذره در نقطهٔ A بیشتر از بسامد نوسان ذره در نقطهٔ M است.

ت) تندی A در هنگام عبور از وضع تعادل بیشتر از تندی M در هنگام عبور از وضع تعادل است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

3 - تاری به جرم ۲۰g و طول ۶۴cm را که دو انتهای آن ثابت است، با نیرویی به بزرگی ۲۰۰N می‌کشیم. اگر در این تار، موج ایستاده‌ای با طول موج ۳۲cm تشکیل شود، به ترتیب از راست به چپ، بسامد نوسان‌های آن چند هرتز بوده و کدام هماهنگ آن تشدید شده است؟

۱) ۲۵۰ ـ ۲ ۲) ۲۵۰ ـ ۴ ۳) ۵۰۰ ـ ۲ ۴) ۵۰۰ ـ ۴

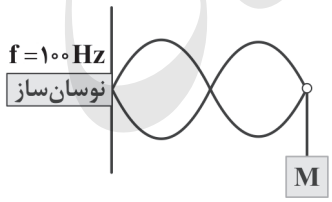
4 - موجی در یک طناب منتشر می‌شود و پس از بازتاب از انتهای ثابت طناب، تشکیل موج ایستاده می‌دهد. اگر طول موج ۴۰cm باشد، گره‌ها در چند متری از انتهای ثابت طناب تشکیل می‌شوند؟ $(n = ۰, ۱, ۲, \ldots)$

۱) $۰/۱n$ ۲) $۰/۲n$ ۳) $۰/۲(۲n-۱)$ ۴) $۰/۱(۲n+۱)$

5 - تاری بین دو نقطه بسته شده و با بسامد f ارتعاش می‌کند و در طول آن یک شکم تشکیل شده است. اگر نیروی کشش تار را ۹ برابر کنیم و آن را با بسامد ۱۸f به ارتعاش درآوریم، در این حالت در طول تار چند شکم تشکیل می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

6 - مطابق شکل زیر، در یک تار مرتعش، موج ایستاده تشکیل شده است. اگر طول تار برابر با ۸۰cm و جرم تار ۲g باشد، جرم وزنهٔ آویخته‌شده از انتهای تار چند گرم است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۲۰۰

۲) ۴۰۰

۳) ۸۰۰

۴) ۱۶۰۰

7 - فاصلهٔ دو گرهٔ مجاور موج ایستاده‌ای در یک سیم، ۱۲cm است. ذره‌ای واقع در یک شکم این موج، حرکت هماهنگ ساده‌ای با دورهٔ تناوب ۰/۲s انجام می‌دهد. اگر دامنهٔ نوسانی ذره در شکم این موج ۶cm باشد، نسبت بیشینهٔ سرعت ارتعاشی ذرهٔ واقع بر شکم به سرعت انتشار موج چقدر است؟ $(\pi \simeq ۳)$

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۲

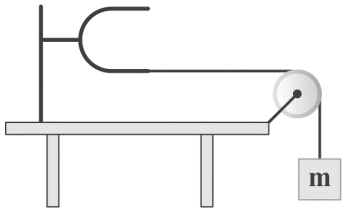
8 - چگالی یک تار مرتعش که از دو طرف بسته شده است، $۸\frac{g}{cm^۳}$ ، قطر سطح مقطع آن ۲mm و طول آن ۵۰cm است. اگر تار با نیرویی به بزرگی ۶۰N کشیده شود، بسامد صوت اصلی آن چند هرتز است؟ $(\pi \simeq ۳)$

۱) ۵۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

9 - طنابی به طول ۳ متر که از دو طرف بسته شده است، به ارتعاش درآمده و در آن موج ایستاده تشکیل می‌شود. کدام اعداد زیر برحسب متر، نمی‌تواند طول موج تشکیل‌شده در این طناب باشد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

10 - **اگر در شکل زیر، در اثر ارتعاش دیاپازون، هماهنگ پنجم در سیم ایجاد شود. جرم وزنه را چند برابر کنیم تا تعداد گره‌ها در طول سیم $\frac{۱}{۲}$ برابر شود؟**



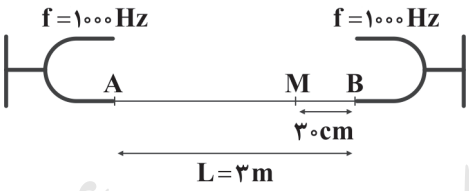
۱) $\frac{۲۵}{۱۶}$

۲) $\frac{۲۵}{۴}$

۳) $\frac{۱۶}{۲۵}$

۴) $\frac{۴}{۲۵}$

11 - **مطابق شکل زیر یک تار بین دو دیاپازون قرار گرفته است، اگر سرعت انتشار موج در تار برابر با $۶۰۰\frac{m}{s}$ باشد، آن‌گاه وضعیت نقطهٔ M به چه صورت است؟**



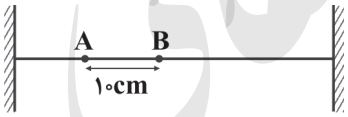
۱) نه شکم و نه گره می‌باشد.

۲) شکم ارتعاشی است.

۳) گرهٔ ارتعاشی است.

۴) می‌تواند گره یا شکم باشد.

12 - **مطابق شکل زیر، سیمی بین دو نقطه بسته شده و بسامد هماهنگ اصلی آن f و تندی انتشار موج عرضی در آن $۱۲۰\frac{m}{s}$ است. اگر این سیم با بسامد 4f به نوسان درآید، در نقطهٔ A و اگر با بسامد 3f به نوسان درآید، در نقطهٔ B گره تشکیل می‌شود. f چند هرتز است؟**



۱) ۵۰

۲) ۱۰۰

۳) ۱۵۰

۴) ۲۰۰

13 - **کدام‌یک از گزینه‌های زیر، در مورد امواج ایستادهٔ تشکیل‌شده در داخل مایکروفر درست است؟**

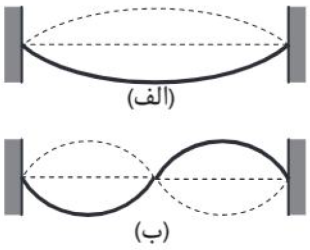
۱) در محل گره‌ها میدان الکتریکی و در محل شکم‌ها میدان مغناطیسی با دامنهٔ بیشینه نوسان می‌کنند.

۲) در محل شکم‌ها میدان الکتریکی و در محل گره‌ها میدان مغناطیسی با دامنهٔ بیشینه نوسان می‌کنند.

۳) در محل شکم‌ها میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی با دامنهٔ بیشینه نوسان می‌کنند؛ ولی در محل گره‌ها، این میدان‌ها نوسان چندانی نمی‌کنند.

۴) در محل گره‌ها میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی با دامنهٔ بیشینه نوسان می‌کنند؛ ولی در محل شکم‌ها، این میدان‌ها نوسان چندانی نمی‌کنند.

14- **اگر بسامد ارتعاش تار در شکل (الف)، ۲۰۰ هرتز باشد، برای آنکه در شکل (ب) بسامد ارتعاش تار ۵۰۰ هرتز باشد، تندی انتشار موج در شکل (ب) باید چند برابر شکل (الف) باشد؟**



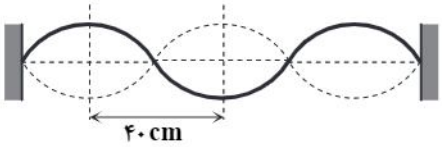
۱) $\frac{۵}{۲}$

۲) $\frac{۵}{۴}$

۳) $\frac{۴}{۵}$

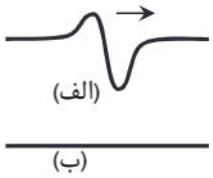
۴) $\frac{۲}{۵}$

15 - در شکل روبه‌رو، جرم تار ۲۰ گرم و نیروی کشش آن ۲۴۰ نیوتون است. بسامد صوت حاصل از ارتعاش تار چند هرتز است؟



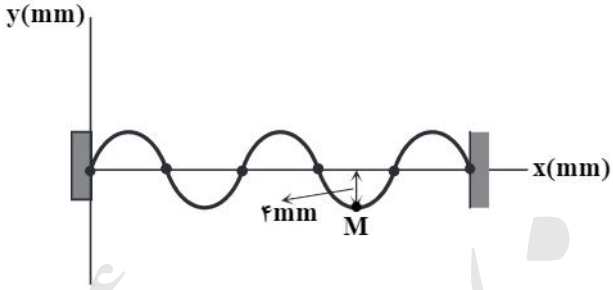
۱) ۳۰۰
۲) ۲۲۵
۳) ۱۵۰
۴) ۷۵

16 - در اثر برهم‌نهی کدام‌یک از تپ‌های زیر با تپ شکل (الف)، تار در یک لحظه به‌صورت شکل (ب) می‌شود؟



۱)
۲)
۳)
۴)

17 - بسامد اصلی یک تار دوسربسته ۱۰۰ هرتز است و شکل زیر، مربوط به لحظهٔ $t = t_1$ در حالت تشکیل ۶ گره در این تار است. اگر دامنه در محل شکم‌ها ۴ میلی‌متر باشد، در لحظهٔ $t = t_1 + \frac{2}{3}ms$، نقطهٔ M در چه وضعیتی خواهد بود؟

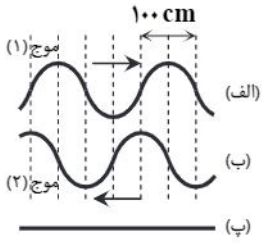


۱) ۲mm بالای وضع تعادل است.
۲) ۴mm بالای وضع تعادل است.
۳) در وضع تعادل است.
۴) در همین وضعیتی قرار دارد که در لحظهٔ $t = 0$ است.

18 - وقتی در یک تار دوسربسته ۶ گره تشکیل می‌شود، طول موج صوت منتشرشده در هوا $\frac{1}{6}$ متر است. اگر نیروی کشش تار را ۴ برابر نماییم، در حالتی که ۳ شکم در تار تشکیل می‌شود، بسامد ارتعاش تار چند هرتز خواهد شد؟ (تندی انتشار صوت در هوا، $340\frac{m}{s}$ و تندی انتشار موج عرضی در تار در حالت اول $680\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۱۳۶۰
۲) ۱۶۳۲
۳) ۲۰۴۰
۴) ۲۴۴۸

19 - دو موج عرضی با تندی $25\frac{m}{s}$ از دو انتهای یک تار کشیده‌شده در آن منتشر می‌شوند و در لحظهٔ $t = 0$ هریک از دو موج به‌تنهایی، وضعیت شکل‌های (الف) و (ب) را در تار ایجاد می‌کنند که بخشی از آن نشان داده شده است. در چه لحظه‌ای این بخش از تار مطابق وضعیت شکل (پ)، کاملاً افقی خواهد شد؟



۱) $t = 10ms$
۲) $t = 15ms$
۳) $t = 20ms$
۴) $t = 25ms$

20 - در آزمایش یانگ، کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) آزمایش باید با نور سفید انجام شود و استفاده از نور تک‌فام مناسب نیست.
۲) اگر به‌جای نور قرمز، از نور آبی استفاده شود، پهنای نوارهای روشن و تاریک کم می‌شود.
۳) پراش موج نقشی در این آزمایش ندارد و تداخل امواج در این آزمایش نقش مهمی دارد.
۴) شکست موج و تداخل امواج در این آزمایش نقش مهمی دارند.

۳ 1- در گره‌ها، ذرات ریسمان حرکتی ندارند و در نتیجه تندی آن‌ها برابر با صفر است. در بقیهٔ نقاط ریسمان، ذرات ریسمان با تندی‌های مختلفی در حال نوسان هستند؛ بنابراین عبارت گزینهٔ (۳) نادرست است.

۳ 2- در موج ایستاده تمام نقاطی از محیط که بین دو گره قرار می‌گیرند، هم‌بسامد هستند (نادرستی عبارت «پ»)، ولی دامنهٔ نوسان متفاوت دارند (نادرستی عبارت «الف»).

بیشینهٔ تندی ذرات از رابطهٔ $v_{max}=A\omega$ به دست می‌آید و ذره‌ای که در شکم موج (یعنی در نقطهٔ A) قرار دارد، هنگام عبور از وضع تعادل، تندی بیشتری خواهد داشت؛ چون دامنهٔ نوسان بیشتری دارد. (درستی عبارت «ت») تنها در نقطهٔ A شکم تشکیل شده است. (نادرستی عبارت «ب»)

۲ 3- تندی امواج رونده در سیم برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{۲۰۰\times ۶۴\times ۱۰^{-۲}}{۲۰\times ۱۰^{-۳}}} \Rightarrow v=۸۰\frac{m}{s}$$

بنابراین بسامد نوسان‌های تشدیدی آن برابر است با:

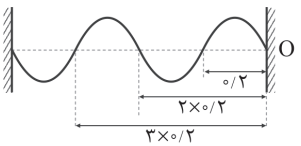
$$f_n=\frac{v}{\lambda_n} \Rightarrow f_n=\frac{۸۰}{۳۲\times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow f_n=۲۵۰Hz$$

از طرفی داریم: $L=n(\frac{\lambda_n}{۲}) \Rightarrow ۶۴=n\times\frac{۳۲}{۲} \Rightarrow n=۴$

۲ 4- فاصلهٔ دو گرهٔ متوالی برابر با نصف طول موج است؛ پس:

$$\text{فاصلهٔ دو گرهٔ متوالی}=\frac{\lambda}{۲}=\frac{۴۰}{۲}=۲۰cm=۰/۲m$$

ابتدا شکلی از موج ایستاده رسم می‌کنیم و فاصلهٔ چند گرهٔ ابتدایی از انتهای ثابت سمت راست طناب را مشخص می‌کنیم. همان‌طور که می‌بینید، فاصلهٔ هر گره از نقطهٔ O مضرب صحیحی از ۰/۲m است، یعنی ۰/۲n.



۳ 5- با توجه به رابطهٔ $f_n=\frac{nv}{۲L}$ برای تار دو سربسته داریم: (توجه داشته باشید، n تعداد شکم‌ها در طول تار است.)

$$f_n=\frac{nv}{۲L} \Rightarrow \frac{f_{n_۲}}{f_{n_۱}}=\frac{n_۲}{n_۱}\times\frac{v_۲}{v_۱} \xrightarrow{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}} \frac{f_{n_۲}}{f_{n_۱}}=\frac{n_۲}{n_۱}\times\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}}$$

$$\Rightarrow \frac{۱۸f}{f}=\frac{n_۲}{۱}\times\sqrt{\frac{۹F}{F}} \Rightarrow n_۲=۶$$

۴ 6- همان‌طور که از شکل سؤال پیداست، در طول تار، ۲ شکم تشکیل شده است، پس $n=۲$ است. با توجه به رابطهٔ فرکانس برای هماهنگ nاُم در یک تار مرتعش دو سربسته، می‌توانیم بنویسیم:

$$f_n=\frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۱۰۰=\frac{۲\times v}{۲\times ۰/۸} \Rightarrow v=۸۰\frac{m}{s}$$

با توجه به رابطهٔ سرعت موج در یک ریسمان و هم‌چنین با توجه به این‌که $F=Mg$ است، داریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow v^۲=\frac{Mg\times L}{m} \Rightarrow ۶۴۰۰=\frac{(M\times ۱۰)\times\frac{۸}{۱۰}}{۲\times ۱۰^{-۳}}$$

$$\Rightarrow M=۱/۶kg=۱۶۰۰g$$

۲ 7- ذرهٔ M بر روی شکم را در نظر بگیرید. بیشینهٔ سرعت ارتعاشی این ذره از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$v_{max}=A\omega=A(\frac{۲\pi}{T})=(\frac{۶}{۱۰۰})\times(\frac{۲\times ۳}{۰/۲})=۱/۸\frac{m}{s}$$

فاصلهٔ هر دو گرهٔ مجاور در یک موج ایستاده برابر با $\frac{\lambda}{۲}$ است، بنابراین:

$$\frac{\lambda}{۲}=۱۲cm \Rightarrow \lambda=۲۴cm=۰/۲۴m$$

سرعت انتشار موج را می‌توانیم از رابطهٔ $\lambda=vT$ به دست آوریم:

$$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{۰/۲۴}{۰/۲}=۱/۲\frac{m}{s}$$

بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر است با: $\frac{v_{max}}{v}=\frac{۱/۸}{۱/۲}=\frac{۳}{۲}$

۱ 8- سرعت انتشار موج عرضی در تار مرتعش برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v=\sqrt{\frac{F.L}{m}} \xrightarrow{m=\rho V} v=\sqrt{\frac{F.L}{\rho V}}$$

$$\xrightarrow{V=\frac{\pi D^۲}{۴}\times L} v=\sqrt{\frac{F.L}{\rho\times\frac{\pi D^۲}{۴}\times L}} \Rightarrow v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \quad (*)$$

بسامد صوت اصلی در یک تار دو سربسته برابر است با:

$$f_n=\frac{nv}{۲L} \xrightarrow{n=۱} f_۱=\frac{v}{۲L} \xrightarrow{(*)} f_۱=\frac{۲}{۲LD}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

$$\Rightarrow f_۱=\frac{۱}{LD}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \Rightarrow f_۱=\frac{۱}{۰/۵\times ۲\times ۱۰^{-۳}}\times\sqrt{\frac{۶۰}{۸\times ۱۰^۳\times ۳}}$$

$$\Rightarrow f_۱=۵۰Hz$$

۴ 9- با توجه به این‌که طول طناب مضرب صحیحی از $\frac{\lambda}{۲}$ است، می‌توان نوشت:

$$L=n\frac{\lambda}{۲} \Rightarrow \lambda=\frac{۲L}{n} \xrightarrow{L=۳m} \lambda=\frac{۶}{n}$$

$n=۱, ۲, ۳, \ldots$

با توجه به مقادیری که n به خود می‌گیرد، λ نمی‌تواند برابر با ۴ متر باشد.

-10 **۲** با توجه به رابطهٔ $f_n = \frac{nv}{2L}$ که فرکانس ارتعاشی سیم در یک سیم دو سربسته است، برای دو حالت داریم:

حالت اول: $f = n_1 \frac{v_1}{2L}$ حالت دوم: $f = n_2 \frac{v_2}{2L}$

توجه داشته باشید منبع تولید ارتعاش (دیاپازون) در هر دو حالت یکسان است، بنابراین بسامد ارتعاشی سیم یکسان است و طول سیم هم تغییری نمی‌کند. حال می‌توان دو حالت را با یک‌دیگر مقایسه کرد:

مقایسهٔ دو حالت: $n_1 v_1 = n_2 v_2 \xrightarrow{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}}$

$$n_1\sqrt{\frac{F_1}{\mu}} = n_2\sqrt{\frac{F_2}{\mu}} \xrightarrow{F=mg} n_1\sqrt{m_1} = n_2\sqrt{m_2} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{n_1^2}{n_2^2}$$

در حالت اول هماهنگ پنجم در سیم ایجاد شده است، بنابراین تعداد گره‌ها در طول سیم برابر با ۶ است.

در حالت دوم تعداد گره‌ها $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود، بنابراین تعداد شکم‌ها (شمارهٔ هماهنگ) در طول سیم برابر است با: $n_2 = \frac{6}{2} - 1 = 2$

بنابراین:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{5^2}{2^2} = \frac{25}{4}$$

-11 **۳** در نقاط شکم (تداخل سازنده یا نقاط هم‌فاز) اختلاف راه (Δx) مضرب صحیحی از λ است؛ اما در نقاط گره (تداخل ویرانگر یا نقاط در فاز مخالف) اختلاف راه (Δx) مضرب فردی از $\frac{\lambda}{2}$ است، بنابراین:

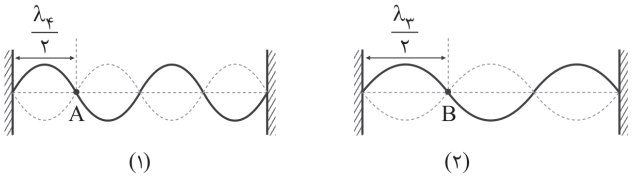
$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{600}{1000} = 0/6\,m \Rightarrow \frac{\lambda}{2} = 0/3\,m$$

با توجه به شکل داده‌شده در سؤال، اختلاف راه تا نقطهٔ M برابر است با:

$$\Delta x = 0/3\,m = \frac{\lambda}{2}$$

چون Δx مضرب فردی از $\frac{\lambda}{2}$ است، پس نقطهٔ M یک گرهٔ ارتعاشی است.

-12 **۱** مطابق شکل (۱) اگر سیم در هماهنگ چهارم نوسان کند، در آن ۴ شکم و اگر مطابق شکل (۲) در هماهنگ سوم نوسان کند، در آن ۳ شکم تشکیل می‌گردد. اکنون با فرض این‌که L طول طناب است، داریم:



(۱) (۲)

$$\begin{cases} \text{شکل (۱)}: L = 4\frac{\lambda_4}{2} \\ \text{شکل (۲)}: L = 3\frac{\lambda_3}{2} \end{cases} \Rightarrow 4\frac{\lambda_4}{2} = 3\frac{\lambda_3}{2} \Rightarrow \lambda_3 = \frac{4}{3}\lambda_4 \quad (I)$$

فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B از یک‌دیگر برابر با ۱۰cm است، بنابراین:

$$\frac{\lambda_3}{2} - \frac{\lambda_4}{2} = 0/1 \Rightarrow \lambda_3 - \lambda_4 = 0/2 \xrightarrow{(I)} \frac{4}{3}\lambda_4 - \lambda_4 = 0/2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3}\lambda_4 = 0/2 \Rightarrow \lambda_4 = 0/6\,m \xrightarrow{\lambda=\frac{v}{f}} \frac{v}{f_4} = 0/6 \Rightarrow \frac{120}{f_4} = 0/6$$

$$\Rightarrow f_4 = 200\,Hz$$

بنابراین: $f_4 = 4f_1 \xrightarrow{f_1=f} f_4 = 4f \Rightarrow 4f = 200 \Rightarrow f = 50\,Hz$

-13 **۳** در محل گره‌ها تداخل ویرانگر اتفاق می‌افتد و میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی امواج ایستاده میکروموج در این محل‌ها نوسان چندانی نمی‌کنند؛ ولی در محل شکم‌ها تداخل سازنده اتفاق می‌افتد و میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی امواج ایستادهٔ میکروموج در این محل‌ها با دامنهٔ بیشینه نوسان می‌کنند؛ پس گزینهٔ (۳) درست است.

توجه داشته باشید که در یک موج الکترومغناطیسی (چه رونده، چه ایستاده) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همواره هم‌گام هستند؛ یعنی در یک محل با هم صفر و با هم بیشینه می‌شوند.

آزمون فصل چهارم رشته ریاضی از پراش تا انتهای فصل

14 - پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: * متوسط * صفحه‌های ۱۰۶ و ۱۰۷ فیزیک ۳

شکل (الف) تار را در حالت اصلی نشان می‌دهد و شکل (ب)، هماهنگ دوم تار را نشان می‌دهد:

f_{1A} : بسامد اصلی تار با نیروی کشش F

شکل (الف) : $f_{1A} = 200\,Hz$

f_{1B} : بسامد اصلی تار با نیروی کشش F'

شکل (ب) : $2f_{1B} = 500 \Rightarrow f_{1B} = 250\,Hz$

$$f_1 = \frac{v}{2L} \Rightarrow \frac{250}{200} = \frac{v_B}{v_A} \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{5}{4}$$

15- پاسخ: گزینهٔ ۳ ▲ مشخصات سؤال: * متوسط * صفحهٔ ۱۰۷ فیزیک ۳

بسامد صوت حاصل از ارتعاش تار، همان بسامد ارتعاش تار است.

فاصلهٔ دو شکم متوالی ۴۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ هر گره و شکم متوالی $20\,cm$ است، بنابراین طول تار ۱۲۰ سانتی‌متر است.

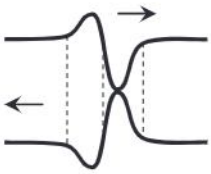
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{240 \times 1/2}{20 \times 10^{-3}}} = 120\,\frac{m}{s}$$

$$\frac{\lambda}{2} = 40\,cm \Rightarrow \lambda = 80\,cm = 0/8\,m$$

با توجه به شکل صورت سؤال داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow 0/8 = \frac{120}{f} \Rightarrow f = \frac{120}{0/8} = 150\,Hz$$

16- پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: * ساده * صفحهٔ ۱۰۳ فیزیک ۳



در لحظه‌ای که تپ‌ها به وضع روبه‌رو باشند، در تمام نقاط تار، حاصل برهم‌نهی آن‌ها صفر می‌شود و تار به‌صورت شکل (ب) درمی‌آید.

17 - پاسخ: گزینهٔ ۱ ▲ مشخصات سؤال: * دشوار * صفحه‌های ۱۰۶ و ۱۱۳ فیزیک ۳ (مسئلهٔ ۲۲)

این شکل مربوط به هماهنگ پنجم تار است.

$$f_۵ = ۵f_۱ = ۵۰۰\,Hz \Rightarrow T = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۵۰۰}s = ۲\,ms$$

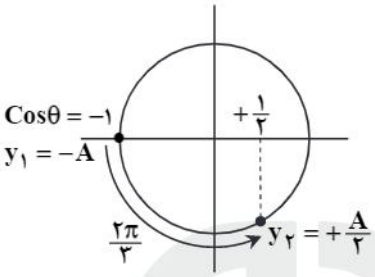
هر نقطه از تار با دورهٔ ۲ میلی‌ثانیه نوسان می‌کند. ابتدا به نادرست بودن گزینه‌های ۲، ۳ و ۴ توجه کنید:

■ $\frac{۲}{۳}ms$ برابر $\frac{T}{۲}$ یا مضرب درست آن نیست؛ در نتیجه گزینه‌های ۲ و ۴ نادرست هستند.

■ $\frac{۲}{۳}ms$ برابر $\frac{T}{۴}$ یا مضرب فرد آن نیست؛ در نتیجه گزینهٔ ۳ نادرست است.

■ در مدت $\frac{T}{۳}$ از یک حرکت هماهنگ ساده، نوسانگر از $y_۱ = -A$ به $y_۲ = +\frac{A}{۲}$ می‌رسد:

$$\frac{۲}{۳}ms = \frac{T}{۳}$$



$$y = A\cos\omega t$$

$$y(t_۱) = -A \Rightarrow \cos\omega t_۱ = -۱ \Rightarrow \omega t_۱ = \pi$$

$$y(t_۲) = A\cos\omega t_۲ = A\cos(\omega t_۱ + \frac{۲\pi}{۳}) = A\cos(\pi + \frac{۲\pi}{۳}) = +\frac{A}{۲}$$

$$y(t_۲) = +\frac{A}{۲} = +۲\,mm$$

18 - پاسخ: گزینهٔ ۴ ▲ مشخصات سؤال: * دشوار * صفحهٔ ۱۰۷ فیزیک ۳

بسامد صوت منتشرشده در هوا با بسامد ارتعاش تار مساوی است.

بسامد ارتعاش تار در حالت اول:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{۱}{۶} = \frac{۳۴۰}{f} \Rightarrow f = ۳۴۰\times۶\,Hz$$

در حالت اول ۶ گره تشکیل شده، یعنی هماهنگ پنجم است:

$$۵f_۱ = ۳۴۰\times۶ \Rightarrow f_۱ = ۴۰۸\,Hz$$

وقتی نیروی کشش تار ۴ برابر شود $(v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \;,\; f_۱ = \frac{v}{۲L})$، بسامد اصلی ارتعاش تار دو برابر می‌شود، یعنی $f'_۱ = ۸۱۶\,Hz$ و ۳ شکم مربوط به هماهنگ سوم است:

$$f'_۳ = ۳f'_۱ = ۳\times۸۱۶ = ۲۴۴۸\,Hz$$

19 - پاسخ: گزینهٔ ۱ ▲ مشخصات سؤال: * دشوار * صفحه‌های ۱۰۵ و ۱۰۶ فیزیک ۳

$$\frac{\lambda}{۲} = ۱۰۰\,cm \Rightarrow \lambda = ۲\,m$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow ۲ = \frac{۲۵}{f} \Rightarrow f = ۱۲/۵\,Hz \Rightarrow T = \frac{۱}{۱۲/۵}s = ۸۰\,ms$$

با توجه به شکل، اگر هریک از دو موج به‌اندازهٔ $\frac{\lambda}{۸}$ (برابر ۲۵ سانتی‌متر) پیش بروند، قله‌های هرکدام بر دره‌های دیگری منطبق می‌شود و در تمام تار، برهم‌نهی ویرانگر رخ می‌دهد، پس باید به‌اندازهٔ $\frac{۱}{۸}$ دوره زمان بگذرد؛ یعنی $۱۰\,ms$. البته پس از گذشت هر $\frac{T}{۲}$ همان وضع تکرار می‌شود، پس جواب‌های ما عبارتند از:

$$t = ۱۰\,ms \;,\; ۵۰\,ms \;,\; ۹۰\,ms \;,\; \cdots$$

20 - پاسخ: گزینهٔ ۲ ▲ مشخصات سؤال: * متوسط * صفحهٔ ۱۰۴ فیزیک ۳

■ پهنای نوارهای روشن و تاریک متناسب با طول موج است و طول موج نور آبی کمتر از نور قرمز است.

■ آزمایش یانگ باید با نور تک‌رنگ (تک‌بسامد) انجام شود و در غیر این صورت محل نوارهای روشن و تاریک به‌خوبی قابل‌تشخیص نخواهد بود.

■ در آزمایش یانگ تداخل و پراش نقش دارند، اما شکست موج نقشی ندارد.

فیزیک ۳: آشنایی با فیزیک اتمی/آشنایی با فیزیک هسته‌ای: صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۵۶ — وقت پیشنهادی: **۳۰ دقیقه**

1- در کدام‌یک از گزینه‌های زیر، یکی از عوامل نارسایی مدل اتمی بور بیان شده است؟

۱) عدم توضیح پایداری اتم
۲) چگونگی حرکت الکترون به دور هسته
۳) متفاوت بودن شدت خطهای طیف گسیلی
۴) عدم توجیه طیف گسیلی و جذبی اتم هیدروژن

2- در اتم هیدروژن هنگامی‌که از مدارهای پایین‌تر به مدارهای بالاتر می‌رویم، انرژی ترازهای آن... شعاع مدارهای آن... می‌یابد و فاصلهٔ بین ترازهای انرژی... فاصلهٔ بین مدارها... می‌یابد.

۱) همانند – افزایش – همانند - افزایش
۲) همانند – افزایش – برخلاف – کاهش
۳) همانند – کاهش – همانند - کاهش
۴) برخلاف - کاهش - همانند - افزایش

3- در اتم هیدروژن، اگر الکترون از سومین حالت برانگیخته به حالت پایه برود، انرژی فوتون گسیلی E و اگر از دومین حالت برانگیخته به اولین حالت برانگیخته برود، انرژی فوتون گسیلی E' است. حاصل $\frac{E}{E'}$ کدام است؟

۱) $\frac{۳۲}{۲۷}$
۲) $\frac{۲۷}{۳۲}$
۳) $\frac{۴}{۲۷}$
۴) $\frac{۲۷}{۴}$

4- در اتم هیدروژن، انرژی الکترونی که در مداری به شعاع r قرار دارد برابر با $-۳/۴eV$ است. انرژی این الکترون در مداری به شعاع $۴r$ چند الکترون‌ولت بیشتر از انرژی الکترون در مدار به شعاع r است؟ $(E_R = ۱۳/۶eV)$

۱) ۶/۸
۲) ۰/۸۵
۳) ۱۳/۶
۴) ۲/۵۵

5- در اتم هیدروژن، طول‌موج فوتون تابشی هنگام گذار الکترون از تراز $n = ۲$ به تراز $n = ۱$ تقریباً چند نانومتر است؟

$(hc = ۱۲۴۰eV.nm, E_R = ۱۳/۶eV)$

۱) ۹۱/۱
۲) ۱۲۱/۵
۳) ۷۰/۵
۴) ۳۶۴/۷

6- براساس مدل اتمی بور، چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف) $\Delta E(۵ \to ۲) = \Delta E(۵ \to ۳) - \Delta E(۳ \to ۲)$

ب) $\Delta E(۴ \to ۲) = \Delta E(۴ \to ۱) + \Delta E(۲ \to ۱)$

پ) $\Delta E(۵ \to ۳) = \Delta E(۵ \to ۱) - \Delta E(۳ \to ۱)$

ت) $\Delta E(۶ \to ۳) = \Delta E(۶ \to ۴) + \Delta E(۴ \to ۳)$

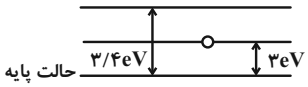
۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

محل انجام محاسبات

7 - الکترونی در اتم هیدروژن از تراز $n = ۳$ به تراز $n' = ۲$ می‌رود. کدام گزینه در مورد فوتون ناشی از این گذار صحیح است؟ $(E_R = ۱۳/۶eV)$

۱) انرژی فوتون گسیل شده $\frac{۱۷}{۹}eV$ است.
۲) انرژی فوتون گسیل شده $\frac{۱۷}{۲۰}eV$ است.
۳) انرژی فوتون جذب شده $\frac{۱۷}{۹}eV$ است.
۴) انرژی فوتون جذب شده $\frac{۱۷}{۲۰}eV$ است.

8 - مطابق شکل زیر، الکترونی در حالت برانگیخته قرار دارد و فوتونی به آن تابیده می‌شود. به‌ترتیب از راست به چپ انرژی این فوتون چند الکترون‌ولت باشد تا گسیل القایی رخ دهد و چه تعداد فوتون در اثر این گسیل القایی حاصل می‌شود؟



۱) ۳ ، ۲
۲) ۰/۴ ، ۲
۳) ۳ ، ۱
۴) ۰/۴ ، ۱

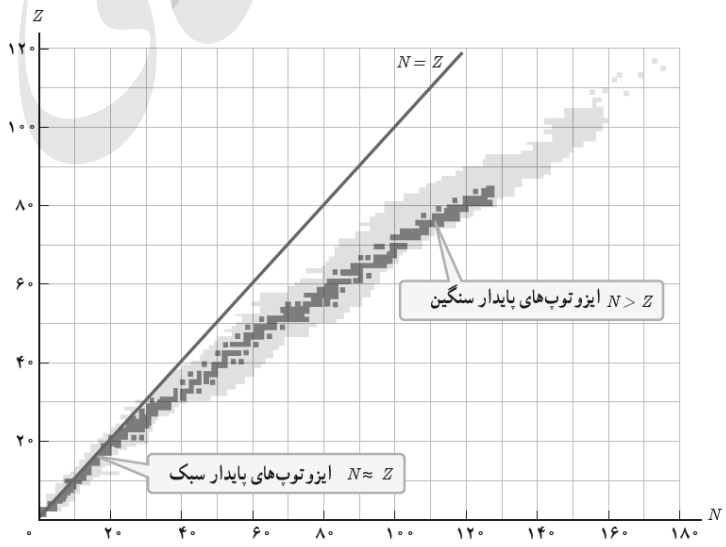
9 - ویژگی‌های هستهٔ اتم با تعداد ... و خواص شیمیایی هر اتم با تعداد ... تعیین می‌شود.

۱) پروتون‌ها و نوترون‌ها - الکترون‌ها
۲) پروتون‌ها و نوترون‌ها - پروتون‌ها
۳) پروتون‌ها - پروتون‌ها و نوترون‌ها
۴) الکترون‌ها - پروتون‌ها و نوترون‌ها

10 - کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) نیروی هسته‌ای، کوتاه‌برد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.
۲) یک اتم هنگامی پایدار است که اندازهٔ نیروی دافعهٔ الکترواستاتیکی بین پروتون‌ها برابر با اندازهٔ نیروی هسته‌ای باشد.
۳) نیروی دافعهٔ کولنی از نیروی گرانشی بین نوکلئون‌های هسته ضعیف‌تر است.
۴) با افزایش عدد اتمی معمولاً عدد نوترونی هم افزایش می‌یابد.

11 - در شکل نمودار تغییرات Z برحسب N نشان داده شده است. خطی که بر $Z = N$ عمود است، نقاطی از نمودار را قطع می‌کند. نقاط قطع شده چه ویژگی مشخصی دارند؟



۱) تعداد نوترون‌های برابر دارند.
۲) تعداد پروتون‌های برابر دارند.
۳) عدد جرمی برابر دارند.
۴) ایزوتوپ یکدیگرند.

محل انجام محاسبات

12 - کدام عبارت در رابطه با واپاشی β^- درست است؟

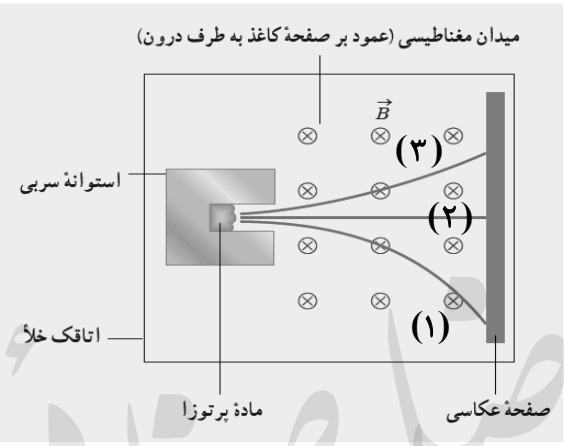
۱) یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

۲) یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود.

۳) هسته از حالت برانگیخته به حالت پایه می‌رسد.

۴) ذرهٔ β^- از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است.

13 - شکل زیر طرح آزمایش ساده‌ای از پرتوزایی طبیعی (پرتوهای آلفا، بتای منفی و گاما) را نشان می‌دهد. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟



الف) میزان انحراف پرتو (۳) بیشتر از پرتو (۱) است.

ب) پرتو (۱) پرتو بتای منفی و پرتو (۲) پرتو گاما است.

پ) اگر عنصر پرتوزایی در اثر واپاشی، پرتو (۳) را تولید کند، عدد اتمی عنصر دختر، ۲ واحد کمتر از عدد اتمی عنصر مادر بوده و تعداد کل نوکلئون‌ها در واپاشی ۴ واحد کاهش می‌یابد.

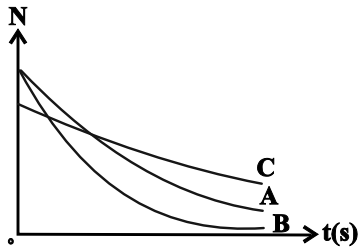
ت) اگر عنصر پرتوزایی در اثر واپاشی، پرتو (۱) را تولید کند، عدد جرمی ثابت مانده، اما تعداد نوکلئون‌ها ۱ واحد افزایش می‌یابد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

14 - اگر یک هستهٔ پرتوزا، ۳ ذرهٔ آلفا و ۱ ذرهٔ پوزیترون گسیل نماید، به هسته $^{196}_{79}X$ تبدیل می‌شود. به‌ترتیب از راست به چپ، هستهٔ اولیه چند نوترون و چند پروتون داشته است؟

۱) ۱۲۲ - ۸۶ ۲) ۱۲۳ – ۸۵ ۳) ۱۲۲ - ۸۵ ۴) ۱۲۳ - ۸۶

15 - نمودار تغییرات هسته‌های پرتوزای فعال سه عنصر پرتوزای A، B و C برحسب زمان مطابق شکل زیر است. کدام گزینه در مورد مقایسه نیمه‌عمر این سه عنصر صحیح است؟



۱) $t_C > t_B > t_A$

۲) $t_A > t_C > t_B$

۳) $t_A > t_B > t_C$

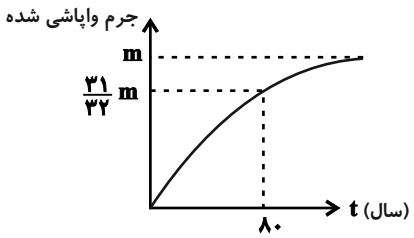
۴) $t_C > t_A > t_B$

محل انجام محاسبات

16 - پس از ۳۶ روز تنها ۶/۲۵ درصد از یک نمونهٔ اولیه از ماده‌ای پرتوزا در ظرف باقی می‌ماند. اگر ۱۸ روز دیگر درون ظرف را بررسی کنیم، تقریباً چند درصد از مادهٔ اولیه باقی‌مانده است؟

۱) ۳ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۲/۵

17 - نمودار جرم واپاشی شدهٔ یک عنصر پرتوزا بر حسب زمان به‌صورت زیر است. پس از گذشت چند سال $\frac{۱}{۱۶}$ جرم فعال اولیه از این عنصر فعال می‌باشد؟



۱) ۶۴

۲) ۲۴

۳) ۳۲

۴) ۱۶

18 - نیمه‌عمر عنصر A بیشتر از نیمه‌عمر عنصر B است. بعد از گذشت ۴ نیمه‌عمر برای هر دو عنصر،... و بعد از گذشت ۴ سال،... . (به مقدار کافی از هر دو عنصر وجود دارد.)

۱) درصد باقی‌ماندهٔ عنصر A بیشتر است ـ درصد بیشتری از عنصر A واپاشی شده است.

۲) درصد باقی‌ماندهٔ عنصر A بیشتر است ـ درصد بیشتری از عنصر B واپاشی شده است.

۳) درصد باقی‌ماندهٔ هر دو عنصر برابر است ـ درصد بیشتری از عنصر A واپاشی شده است.

۴) درصد باقی‌ماندهٔ هر دو عنصر برابر است ـ درصد بیشتری از عنصر B واپاشی شده است.

19 - به‌ترتیب از راست به چپ، در راکتورهای هسته‌ای، از موادی مانند... به‌عنوان کندساز نوترون‌ها و از موادی مانند... برای تنظیم آهنگ واکنش شکافت یعنی کنترل تعداد نوترون‌های موجود برای به‌وجود آوردن شکافت، استفاده می‌شود.

۱) کادمیم ـ بور ۲) بور ـ آب سنگین

۳) گرافیت ـ کادمیم ۴) کادمیم ـ گرافیت

20 - در برهم‌کنش نوترون‌های کند و اورانیم ۲۳۵، اگر جرم واکنش‌دهنده‌ها $M_۱$ و جرم محصولات واکنش $M_۲$ باشد، کدام گزینه درست است؟

۱) $M_۱ > M_۲$ ۲) $M_۱ = M_۲$

۳) $M_۱ < M_۲$ ۴) $M_۱ \leq M_۲$

محل انجام محاسبات

فیزیک ۳

1- **گزینهٔ «۳»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

مدل اتمی بور، نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد. نارسایی دیگر مدل بور این است که برای اتم‌هایی که بیش از یک الکترون دارند، به‌کار نمی‌رود.

مدل بور توانست پایداری اتم، چگونگی حرکت الکترون به دور هسته و همچنین طیف گسیلی و جذبی اتم هیدروژن را به خوبی توضیح دهد.

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحهٔ ۱۳۱)

2- **گزینهٔ «۲»** *(بهنام رستمی)*

طبق رابطهٔ $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$، با افزایش شمارهٔ ترازهای انرژی، انرژی ترازها افزایش یافته اما فاصلهٔ بین ترازهای انرژی کاهش می‌یابد. از طرفی طبق رابطهٔ $r_n = a_0 n^2$، با افزایش شمارهٔ ترازهای انرژی، شعاع مدارها افزایش یافته و همچنین فاصلهٔ بین مدارها نیز بیشتر می‌شود. بنابراین در اتم هیدروژن هنگامی‌که از مدارهای پایین‌تر به مدارهای بالاتر می‌رویم، انرژی ترازهای آن همانند شعاع مدارهای آن افزایش می‌یابد اما فاصلهٔ بین ترازهای انرژی برخلاف فاصلهٔ بین مدارها کاهش می‌یابد.

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۲۸)

3- **گزینهٔ «۴»** *(زهره آقامحمدی)*

سومین حالت برانگیخته $(n = 4)$ و حالت پایه $(n = 1)$ است. پس داریم:

$$\Delta E = E_4 - E_1 \xrightarrow{E_n = -\frac{E_R}{n^2}} E = -\frac{E_R}{16} + E_R = \frac{15}{16}E_R$$

برای دومین حالت برانگیخته $n = 3$ و اولین حالت برانگیخته $n = 2$ است.

پس داریم:

$$E' = -\frac{E_R}{9} + \frac{E_R}{4} = \frac{5}{36}E_R$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{E}{E'} = \frac{\frac{15}{16}E_R}{\frac{5}{36}E_R} = \frac{27}{4}$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۲۸)

4- **گزینهٔ «۴»** *(بیتا خورشید)*

می‌دانیم شعاع مدارهای اتم هیدروژن از رابطهٔ $r_n = a_0 n^2$ و انرژی الکترون در هر مدار از رابطهٔ $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ به‌دست می‌آید. داریم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow -3/4 = -\frac{13/6}{n^2} \Rightarrow n^2 = 4 \Rightarrow n = 2$$

$$r_n = a_0 n^2 \Rightarrow r = a_0 \times 2^2 \Rightarrow r = 4a_0$$

$$r' = 4r = 4 \times 4a_0 = 16a_0 \Rightarrow \xrightarrow{r_n = a_0 n^2} n' = 4$$

$$E_4 = -\frac{E_R}{4^2} = -\frac{13/6}{16} = -0/85eV$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Delta E = -0/85 - (-3/4) = 2/55\,eV$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۲۷)

5- **گزینهٔ «۲»** *(علیرضا گونه)*

برای محاسبهٔ مقدار انرژی در ترازهای $n=2$ و $n=1$ با استفاده از رابطهٔ $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ می‌توان نوشت:

$$E_1 = -\frac{13/6}{1^2} = -13/6eV$$
$$E_2 = -\frac{13/6}{2^2} = -3/4eV$$

حال با استفاده از رابطهٔ $E_U - E_L = \frac{hc}{\lambda}$، طول‌موج فوتون گسیلی را محاسبه می‌کنیم:

$$E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow -3/4 - (-13/6) = \frac{1240}{\lambda}$$
$$\Rightarrow \lambda = \frac{1240}{10/2} \approx 121/5nm$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۲۹)

6- **گزینهٔ «۳»** *(حسین مفرومی)*

برای اختلاف انرژی فوتون گسیل شده در دو حالت مختلف از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\Delta E(n_1 \to n_2) = E_1 - E_2$$

بنابراین به سادگی می‌توان نشان داد:

$$\Delta E(n_1 \to n_2) = \Delta E(n_1 \to n_3) - \Delta E(n_2 \to n_3)$$
$$\Delta E(n_1 \to n_2) = \Delta E(n_1 \to n_3) + \Delta E(n_3 \to n_2)$$

با این توضیحات، عبارت‌های (الف) و (ب) نادرست و عبارت‌های (پ) و (ت) صحیح هستند.

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۲۹)

7- **گزینهٔ «۱»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

هنگامی‌که الکترون از تراز بالاتر به تراز پایین‌تر رفته باشد، فوتون گسیل می‌شود. انرژی فوتون گسیل شده برابر با اختلاف انرژی دو تراز است. داریم:

$$\Delta E = E_{\text{مبدأ}} - E_{\text{مقصد}} = E_3 - E_2 = \frac{-E_R}{3^2} - \left(\frac{-E_R}{2^2}\right)$$
$$\xrightarrow[E_R = 13/6eV]{\Delta E = hf} hf = 13/6 \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) \Rightarrow hf = \frac{17}{9}eV$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۲۹)

8- **گزینهٔ «۱»** *(علیرضا گونه)*

برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی‌های دو تراز یعنی $E_U - E_L$ یکسان باشد. همچنین دقت کنید در گسیل القایی یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. $E_U - E_L = ۳eV$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۳۲ و ۱۳۳)

9- **گزینهٔ «۲»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

ویژگی‌های هستهٔ اتم را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته تعیین می‌کند و خواص شیمیایی مربوط به تعداد پروتون‌های هسته است، به همین دلیل است که ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند ولی خواص هسته‌ای آن‌ها متفاوت است.

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحهٔ ۱۳۹)

10- **گزینهٔ «۳»** *(علیرضا گونه)*

اندازهٔ نیروی گرانشی بین نوکلئون‌های هسته ضعیف‌تر از اندازهٔ نیروی الکترواستاتیکی رانشی بین پروتون‌ها است.

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحهٔ ۱۴۰)

11- **گزینهٔ «۳»** *(محمدعلی راست‌پیمان)*

چون شیب خط $Z = N$ برابر با یک است، خطی که بر آن عمود باشد دارای شیب منفی یک است.

شیب‌خط $\frac{\Delta Z}{\Delta N} = -۱$

$$\Rightarrow \frac{Z_۲ - Z_۱}{N_۲ - N_۱} = -۱ \Rightarrow Z_۲ - Z_۱ = -N_۲ + N_۱$$

$$\Rightarrow Z_۲ + N_۲ = Z_۱ + N_۱ \Rightarrow A_۲ = A_۱$$

بنابراین عناصری که روی این خط قرار داشته باشند دارای عدد جرمی برابر هستند.

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۳۸ تا ۱۴۱)

12- **گزینهٔ «۲»** *(علیرضا گونه)*

در واپاشی β^-، یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و الکترون تبدیل می‌شود

$${}^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z+۱}Y_{N-۱} + {}^{۰}_{-۱}\beta^-$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۴۵)

13- **گزینهٔ «۴»** *(بهنام رستمی)*

با توجه به قاعدهٔ دست راست پرتوی (۱) پرتوی بتای منفی و پرتوی (۲) پرتوی گاما است. بنابراین عبارت (ب) درست است.

بررسی سایر جملات:

عبارت (الف) نادرست است زیرا با توجه به تصویر، میزان انحراف پرتوی (۱) بیشتر از پرتوی (۳) است.

عبارت‌های (پ) و (ت) نادرست هستند، زیرا در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد کل نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌ها پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئون‌های پیش از فرایند با تعداد نوکلئون‌های پس از فرایند مساوی است.

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۴۵)

14- **گزینهٔ «۱»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

$$\begin{matrix}{}^{A}_{Z}Y_N \rightarrow {}^{196}_{79}X_{117} + 3({}^{4}_{2}\alpha) + 1({}^{0}_{+1}\beta) \\ \Rightarrow \begin{cases} A = 196 + (3\times 4) + 0 = 208 \\ Z = 79 + (3\times 2) + 1 = 86 \end{cases} \\ A = Z + N \Rightarrow 208 = 86 + N \Rightarrow N = 122\end{matrix}$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۴۵)

15- **گزینهٔ «۴»** *(مسعود قره‌فانی)*

نیمه‌عمر مدت زمانی است تا تعداد هسته‌های فعال یک عنصر رادیواکتیو نصف شود بنابراین هر چه نیمه‌عمر عنصری کوتاه‌تر باشد، تعداد هسته‌های فعال آن سریع‌تر کاهش خواهد یافت و در نتیجه شیب نمودار تندتر می‌شود.

بنابراین داریم: $t_C > t_A > t_B$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۶ و ۱۴۷)

16- **گزینهٔ «۲»** *(مسعود قره‌فانی)*

مقدار ۶/۲۵ درصد معادل $\frac{1}{16}$ **است. یعنی می‌توان نوشت:**

$$\frac{N}{N_0} = (\frac{1}{2})^n \Rightarrow \frac{1}{16} = (\frac{1}{2})^n \Rightarrow n = 4$$

یعنی در ۳۶ روز ۴ نیمه‌عمر گذشته است و داریم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 4 = \frac{36}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 9 \text{ روز}$$

پس از ۱۸ روز دو نیمه‌عمر دیگر می‌گذرد و داریم:

$$\frac{N}{N_0} = (\frac{1}{2})^6 = \frac{1}{64} \simeq 1/5\%$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۶ و ۱۴۷)

17- **گزینهٔ «۱»** *(خسرو ارغوانی‌فرد)*

پس از گذشت ۸۰ سال، $\frac{۳۱}{۳۲}m$ واپاشی می‌شود و $\frac{۱}{۳۲}m$ از آن فعال می‌ماند.

$$m \to \frac{m}{۲} \to \frac{m}{۴} \to \frac{m}{۸} \to \frac{m}{۱۶} \to \frac{m}{۳۲}$$

این مدت معادل ۵ نیم‌عمر است پس: $\frac{۵T_۱}{۲} = ۸۰ \Rightarrow \frac{T_۱}{۲} = ۱۶$ سال

طبق نمودار بالا می‌دانیم پس از گذشت ۴ نیمه‌عمر یعنی ۶۴ سال، $\frac{۱}{۱۶}$ جرم فعال اولیه از این عنصر فعال می‌ماند.

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۶ و ۱۴۷)

18- **گزینهٔ «۴»** *(محسن قندچلر)*

طبق رابطهٔ $N = \frac{N_۰}{۲^n}$، که در آن n تعداد نیمه‌عمر است، برای هر دو عنصر که تعداد نیمه‌عمر برابری را سپری کرده‌اند، درصد باقی‌مانده برابر است.

اما در قسمت دوم، چون نیمه‌عمر A بیشتر از نیمه‌عمر B است، در نتیجه پس از گذشت زمانی برابر، عنصر B درصد بیشتری از خود را واپاشی می‌کند.

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۶ و ۱۴۷)

19- **گزینهٔ «۳»** *(بهنام رستمی)*

در راکتورهای هسته‌ای، از موادی مانند آب معمولی، آب سنگین و گرافیت به‌عنوان کندساز نوترون‌ها و از موادی مانند کادمیم و بور برای تنظیم آهنگ واکنش شکافت یعنی کنترل تعداد نوترون‌های موجود برای به‌وجود آوردن شکافت، استفاده می‌شود.

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۸ تا ۱۵۲)

20- **گزینهٔ «۱»** *(محمدعلی راست‌پیمان)*

از شکافت اورانیوم ۲۳۵، که با یک نوترون کند آغاز می‌شود، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود. اصل پایستگی جرم به تنهایی برقرار نیست، جرم واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از جرم محصولات واکنش است که اختلاف جرم به‌صورت انرژی آزاد می‌شود که بخشی از این انرژی، به‌صورت انرژی جنبشی محصولات واکنش خواهد بود.

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۴۸ تا ۱۵۲)

فیزیک ۳: نوسان و موج/برهم‌کنش‌های موج/آشنایی با فیزیک اتمی/آشنایی با فیزیک هسته‌ای: صفحه‌های ۷۴ تا ۱۵۶ وقت پیشنهادی: **۳۵ دقیقه**

۱- کدام گزینه، جملهٔ زیر را به‌درستی تکمیل می‌کند؟

تغییر میدان مغناطیسی با زمان باعث به‌وجود آمدن میدان الکتریکی می‌شود. این موضوع توسط .... کشف شد و امواج الکترومغناطیسی موج‌هایی .... هستند.

۱) فاراده - طولی ۲) فاراده - عرضی ۳) ماکسول - طولی ۴) ماکسول - عرضی

2- در طیف امواج الکترومغناطیسی، کوتاه‌ترین طول‌موج ..... بیشترین بسامد، مربوط به ..... است.

۱) برخلاف، اشعهٔ گاما ۲) برخلاف، امواج رادیویی ۳) همانند، اشعهٔ گاما ۴) همانند، امواج رادیویی

3- در یک لحظهٔ خاص و در نقطه‌ای از فضا، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در جهت جنوب و میدان مغناطیسی مربوط به آن به‌طرف بالا است. جهت انتشار این موج الکترومغناطیسی در کدام سو است؟

۱) شرق ۲) غرب ۳) پایین ۴) شمال

4- چند مورد از عبارت‌های زیر با عبارت «صوت، یک موج عرضی است که عموماً در جامدها، سریع‌تر از مایع‌ها و در مایع‌ها، سریع‌تر از گازها حرکت می‌کند.» از نظر درستی یا نادرستی یکسان است؟

الف) امواج لرزه‌ای **P**، امواج عرضی و امواج لرزه‌ای **S**، امواج طولی‌اند.

ب) تندی امواج لرزه‌ای در خلاء برابر با $(\mu_0\varepsilon_0)^{-\frac{1}{2}}$ است.

پ) امواج فروسرخ از امواج عرضی هستند.

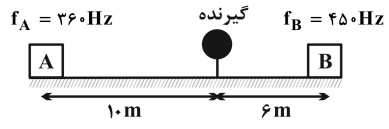
ت) بلندی، بسامدی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.

ث) در طیف امواج الکترومغناطیسی، هیچ گسستگی وجود ندارد.

ج) در دمای ثابت، تندی صوت در آب شور دریا کمتر از آب خالص است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

5- در شکل زیر، یک گیرندهٔ صوتی ساکن، میان دو چشمهٔ صوتی ساکن **A** و **B** قرار گرفته است. دامنهٔ موج صوتی **B** چند برابر دامنهٔ موج صوتی **A** باشد تا گیرنده، تراز شدت صوت برابری را از فرستنده‌های **A** و **B** دریافت کند؟



۱) ۰/۴۸

۲) ۰/۵۲

۳) ۰/۳۶

۴) ۰/۷۵

محل انجام محاسبات

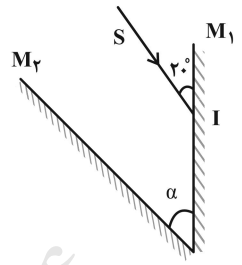
6- اگر شدت یک موج صوتی ۳ برابر شود، تراز شدت آن ۲۰درصد افزایش می‌یابد. شدت صوت اولیه چند میلی‌وات بر کیلومتر مربع بوده است؟ $(I_0 = 10^{-12}\frac{W}{m^2}, \log 3 = 0/5)$

۱) ۲۴۳ ۲) ۰/۲۴۳ ۳) ۹ ۴) ۰/۰۰۹

7- فاصله شنونده‌ای از یک چشمهٔ صوتی ساکن، برابر با r و تراز شدت صوتی دریافتی توسط او ۸۳dB است. این شخص، فاصلهٔ خود را تا چشمهٔ صوت نسبت به حالت قبل چند درصد کاهش دهد تا تراز شدت صوتی که می‌شنود، به ۹۱dB برسد؟ $(\log 2 = 0/3)$

۱) ۲۵ ۲) ۷۵ ۳) ۴۰ ۴) ۶۰

8- در شکل زیر، اگر پرتوی SI پس از ۵ برخورد متوالی با آینه‌های M_1 و M_2، با بازتاب بر روی خودش از مجموعهٔ این دو آینه، خارج شود، زاویهٔ α چند درجه است؟



۱) ۴۰

۲) ۲۰

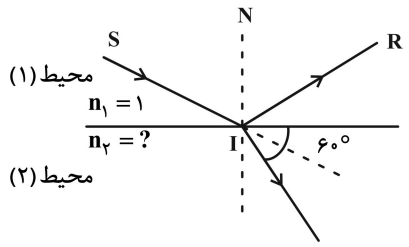
۳) ۳۵

۴) ۳۰

9- اگر گوی متحرکی را با دورهٔ تناوب ۱s در نقطه‌ای از تشت پر از آبی به عمق ۳/۵ سانتی‌متری به‌نوسان درآوریم، فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی آن ۶۰cm می‌شود. در صورتی‌که در عمق ۲/۵ سانتی‌متری از تشت، تندی انتشار موج سطحی، $\frac{5}{6}$ برابر تندی انتشار موج سطحی در عمق ۳/۵ سانتی‌متری باشد، طول‌موج در عمق ۲/۵cm برابر با چند سانتی‌متر است؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۵ ۴) ۴۰

10- در شکل زیر، پرتوی SI بر سطح یک محیط شفاف تابیده است، به طوری که قسمتی از آن بازتاب پیدا کرده و قسمتی نیز شکسته و وارد محیط دوم شده است. اگر پرتوهای بازتابیده و شکست بر هم عمود باشند، زاویهٔ انحراف و ضریب شکست محیط دوم به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}$، ۱۵°

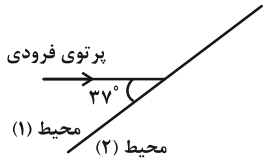
۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}$، ۳۰°

۳) $\sqrt{3}$، ۱۵°

۴) $\sqrt{3}$، ۳۰°

محل انجام محاسبات

11 - مطابق شکل زیر، پرتوی نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط شفاف (۲) شده و در مرز جدایی دو محیط، شکست می‌یابد. اگر در محیط دوم، طول‌موج پرتو ۲۵ درصد کاهش یابد، زاویهٔ بین پرتوی شکست با امتداد پرتوی فرودی چند درجه است؟ $(\sin 37^\circ = 0/6)$



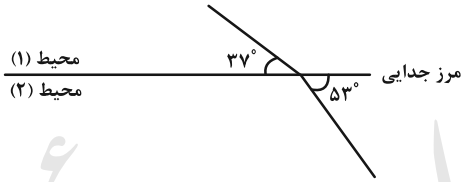
۱) ۵۳

۲) ۳۷

۳) ۱۸

۴) ۱۶

12 - شکل زیر، یکی از جبهه‌های موج را نشان می‌دهد که در حال عبور از محیط (۱) به محیط (۲) با ضریب شکست $n_2 = 2/4$ است. در صورتی‌که فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی در محیط (۱)، ۱۵۰nm نسبت به فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی در محیط (۲) تفاوت داشته باشد، به‌ترتیب از راست به چپ، فاصله دو جبههٔ موج متوالی در محیط (۲) چند نانومتر و ضریب شکست محیط (۱) کدام است؟ $(\sin 37^\circ = 0/6)$



۱) ۶۰۰ ، ۱/۸

۲) ۴۵۰ ، ۱/۸

۳) ۶۰۰ ، ۳/۲

۴) ۴۵۰ ، ۳/۲

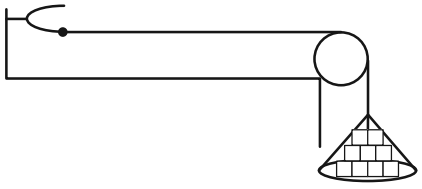
13 - اگر آزمایش یانگ را یک بار در آب با ضریب شکست $\frac{4}{3}$ و بار دیگر در مایعی شفاف با ضریب شکست ۲ انجام دهیم، پهنای نوارهای تداخلی در آب چند برابر پهنای نوارهای تداخلی در مایع خواهد شد؟

۱) $\frac{8}{3}$ ۲) $\frac{3}{8}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{2}$

14 - جرم سیم پیانویی به طول ۰/۸ متر برابر با 6g و نیروی کشش آن 432N است. بسامد هماهنگ سوم آن چند هرتز است؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۳۰۰

15 - در شکل زیر، ۹ وزنهٔ ۵۰ گرمی در کفهٔ متصل به طناب قرار گرفته‌اند و روی طناب، موج ایستاده‌ای با ۳ گره تشکیل شده است. چند وزنه باید از روی کفه برداریم تا موج ایستاده‌ای با ۳ شکم روی طناب تشکیل شود؟ (بسامد دیاپازون ثابت است.)



۱) ۳

۲) ۵

۳) ۶

۴) ۴

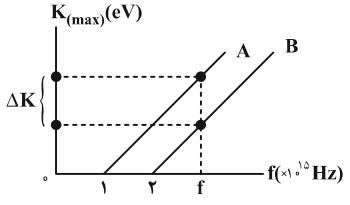
محل انجام محاسبات

رشته ریاضی

16 - نور تک‌رنگی با طول‌موج $0/2\mu m$ بر سطح فلزی می‌تابد. اگر طول‌موج آستانهٔ فلز $0/3\mu m$ باشد، بیشینهٔ تندی فوتوالکترون‌های خارج شده از فلز چند متر بر ثانیه است؟ ($e=1/6\times10^{-19}C$ ، $m_e=10^{-30}kg$ ، $h=4\times10^{-15}eV.s$ و $c=3\times10^8\frac{m}{s}$)

۱) 2×10^5 ۲) 2×10^{10} ۳) 8×10^5 ۴) 8×10^{10}

17 - اگر نمودار تغییرات بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیلی برحسب بسامد نور فرودی مطابق شکل زیر باشد، ΔK چند الکترون ولت است؟ ($h=4\times10^{-15}eV.s$)



۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

18 - چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فروسرخ طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد.

ب) طیف گسیلی رشتهٔ داغ یک لامپ روشن، یک طیف پیوسته است.

پ) طیف گسیلی خطی برای گازهای مختلف یکسان است.

ت) طیف تشکیل شده توسط جسم جامد، ناشی از برهمکنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است که به‌صورت پیوسته می‌باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

19 - الکترونی در اتم هیدروژن در تراز $n=6$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این الکترون به حالت پایه برود، به‌ترتیب از راست به چپ، امکان گسیل چند فوتون با انرژی‌های متفاوت وجود دارد و کوتاه‌ترین طول‌موج فوتون تابشی بین آن‌ها چند نانومتر است؟ ($R=0/01(nm)^{-1}$)

۱) $\frac{720}{7}$,۱۵ ۲) ۱۰۰,۱۵ ۳) $\frac{720}{7}$,۵ ۴) ۱۰۰,۵

20 - در اتم هیدروژن، الکترون با گسیل فوتونی با انرژی $12/75eV$، می‌تواند از حالت برانگیختهٔ .... پرتویی در رشتهٔ لیمان $(n'=1)$ گسیل کند که طول‌موجی در گسترهٔ پرتوهای .... دارد. ($E_R=13/6eV$)

۱) چهارم، فرابنفش ۲) سوم، فرابنفش ۳) چهارم، فروسرخ ۴) سوم، فروسرخ

محل انجام محاسبات

رشته ریاضی

21 - در گسیل‌های مربوط به اتم هیدروژن، اگر انرژی پرانرژی‌ترین فوتون طیف بالمر $(n' = ۲)$ را با $E_۱$ و انرژی کم‌انرژی‌ترین فوتون طیف لیمان $(n' = ۱)$ را با $E_۲$ نشان دهیم، $E_۱ - E_۲$ چند الکترون ولت است؟ $(E_R = ۱۳/۶eV)$

۱) ۱۱/۷ ۲) -۱۱/۷ ۳) ۶/۸ ۴) -۶/۸

22 - در اتم هیدروژن، یک الکترون از تراز انرژی $-۰/۸۵eV$ به تراز انرژی $-۰/۵۴۴eV$ می‌رود. شعاع چرخش الکترون در حالت جدید نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟ $(E_R = ۱۳/۶eV)$

۱) $\frac{۱۶}{۲۵}$ ۲) $\frac{۱۶}{۹}$ ۳) $\frac{۹}{۱۶}$ ۴) $\frac{۲۵}{۱۶}$

23 - فرق اساسی باریکهٔ لیزری با پرتوهای دیگر در این است که فوتون‌های پرتوهای لیزر، . . .

۱) هم‌فاز و هم بسامدند. ۲) دارای طول‌موج بلندترند.

۳) دارای طول‌موج کوتاه‌ترند. ۴) قدرت نفوذ و تندی بیشتری دارند.

24 - به مجموعه‌ای از الکترون‌های برانگیختهٔ هیدروژن، فوتونی با انرژی مشخص می‌تابانیم تا طی یک فرایند گسیل القایی، فوتون‌هایی هم‌جهت، هم‌فاز و هم‌انرژی گسیل شوند و انرژی آن‌ها به حالت پایه تغییر کند. اگر در ابتدا حداقل ۵ اتم هیدروژن در حالت $n = ۴$ قرار داشته باشند، انرژی خروجی از مجموعه حداقل چند برابر E_R است؟ (E_R ثابت ریدبرگ است.)

۱) $\frac{۷۵}{۱۶}$ ۲) $\frac{۴۵}{۸}$ ۳) $\frac{۹}{۲}$ ۴) $\frac{۱۵}{۴}$

25 - از سوختن هر گرم نفت $۵۰kJ$ انرژی تولید می‌شود. چند کیلوگرم نفت را باید بسوزانیم تا انرژی حاصل از آن با انرژی‌ای که از تبدیل یک میلی‌گرم جرم به انرژی به‌دست می‌آید، برابر شود؟ $(c = ۳\times۱۰^۸ m/s)$

۱) ۹۰۰ ۲) ۱۸۰۰ ۳) ۱۲۵۰ ۴) ۲۵۰۰

محل انجام محاسبات

#رشته ریاضی

26- پرتوهای α، β و γ در برخورد با ورقهٔ سرب در آن نفوذ می‌کنند. اگر میزان نفوذ آن‌ها به ترتیب x_α ، x_β و x_γ باشد، کدام گزینه درست است؟

۱) $x_\alpha = x_\beta = x_\gamma$ ۲) $x_\gamma > x_\beta > x_\alpha$ ۳) $x_\alpha > x_\beta > x_\gamma$ ۴) $x_\alpha = x_\beta < x_\gamma$

27- واپاشی β^+ وقتی رخ می‌دهد که یک .... در یک هستهٔ مادر ناپایدار، به یک .... و یک .... تبدیل شود.

۱) نوترون – پروتون – الکترون منفی
۲) پروتون – نوترون – الکترون مثبت
۳) نوترون – پروتون – الکترون مثبت
۴) پروتون – نوترون – الکترون منفی

28- فرض کنید در یک واپاشی ۴ ذرهٔ گاما، ۵ ذرهٔ β^- و ۳ ذرهٔ آلفا (α) گسیل می‌شود. اگر هستهٔ ماده $^{A}_{Z}x$ فرض شود، هستهٔ دختر در کدام گزینه به درستی معرفی شده است؟

۱) $^{A-12}_{Z+1}y$ ۲) $^{A-8}_{Z-1}y$ ۳) $^{A-16}_{Z-2}y$ ۴) $^{A-12}_{Z-1}y$

29- از هسته‌های اولیهٔ یک مادهٔ رادیواکتیو پس از گذشت ۱۸ سال، ۸۷/۵ درصد آن واپاشیده می‌شود. نیمه‌عمر آن چند سال است؟

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۲

30- نیمه‌عمر مادهٔ پرتوزایی برابر با $T_{\frac{1}{2}}$ است. بعد از چند $T_{\frac{1}{2}}$ تعداد هسته‌های واپاشیده $\frac{15}{16}$ تعداد هسته‌های اولیه خواهد شد؟

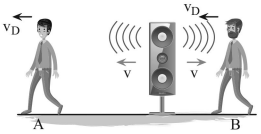
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

محل انجام محاسبات

31 - صفحهٔ حساسی به مساحت $۳\text{cm}^۲$ بر راستای انتشار صوت عمود است و در مدت ۵ ثانیه، $۱/۵\times۱۰^{-۱۱}\text{J}$ انرژی صوتی به صفحه می‌رسد. شدت صوت در سطح این صفحه چند میکروووات بر مترمربع است؟

۱) $۲/۵\times۱۰^{-۸}$ ۲) $۱۰^{-۸}$ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۲۵

32 - در شکل زیر، چشمهٔ صوتی ساکن و شنوندهٔ A با تندی ثابت از چشمهٔ صوتی دور و شنوندهٔ B با تندی ثابت به چشمه نزدیک می‌شود. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد طول‌موجی که به این شنونده‌ها می‌رسد، درست است؟



۱) $\lambda_A < \lambda_B$

۲) $\lambda_A = \lambda_B$

۳) $\lambda_A > \lambda_B$

۴) بسته به شرایط هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

33 - صوت حاصل از یک چشمهٔ ساکن، در مدت زمان ۰/۴s به یک دیوار برخورد کرده و به محل چشمه برمی‌گردد. اگر بسامد چشمهٔ صوت ۴۰kHz و طول‌موج ۸/۷۵mm باشد، فاصلهٔ چشمهٔ صوت تا دیوار چند متر است؟

۱) ۳۵ ۲) ۷۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۷۵

34 - یک جبههٔ موج تخت با طول‌موج ۲۰cm که بر روی سطح آب در حال حرکت است، به مانعی موازی با جبهه‌های موج که بر روی آن شکافی متغیر تعبیه شده، می‌رسد. اگر ابعاد این شکاف را از ۳۰cm تا ۱۲۰cm افزایش دهیم، «میزان گستردگی موج پراشیده» و «ناحیهٔ سایهٔ مانع» به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) افزایش- کاهش ۲) کاهش- کاهش ۳) کاهش- افزایش ۴) افزایش- افزایش

35 - یک لامپ با توان ۲۰۰ وات، نور بنفش با طول‌موج ۴۰۰nm گسیل می‌کند. یک لامپ با توان ۲۰۰ وات دیگر نور زرد با طول‌موج ۶۰۰nm گسیل می‌کند. تعداد فوتون‌هایی که در هر ثانیه از لامپ زرد گسیل می‌شود، چند برابر تعداد فوتون‌هایی است که در همین مدت از لامپ بنفش گسیل می‌شود؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) ۲

محل انجام محاسبات

36 - تابع کار سه فلز A، B و C به ترتیب ۲/۲۶، ۴/۲۴ و ۴/۳۷ الکترون‌ولت است. کدام یک از این فلزها وقتی با نوری به طول‌موج $\lambda = 600nm$ روشن شود، فوتوالکترون گسیل خواهد کرد؟ $(h = 4/14\times10^{-15} eV.s\ ,\ c = 3\times10^{8}\ m/s)$

۱) A ۲) B ۳) هر سه فلز ۴) هیچ یک از سه فلز

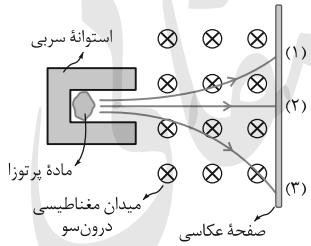
37 - در پدیدهٔ فوتوالکتریک، اگر بسامد نور فرودی دو برابر شود، انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌های گسیل‌شده از آن K برابر می‌شود. کدام رابطه K رابه‌درستی معرفی می‌کند؟

۱) $K > 2$ ۲) $K = 2$ ۳) $1 < K < 2$ ۴) $2 < K < 3$

38 - اختلاف طول‌موج دومین و سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن $(n' = 3)$ چند نانومتر است؟ $(R = \frac{1}{100}(nm)^{-1})$

۱) $\frac{825}{8}$ ۲) ۱۵۰ ۳) $\frac{825}{4}$ ۴) ۳۰۰

39 - چه تعداد از عبارت‌های زیر دربارهٔ آزمایش انجام شده در شکل مقابل، درست‌اند؟



الف) بار الکتریکی پرتو (۳) منفی بوده و این پرتو، بتا است.

ب) کم‌ترین مقدار نفوذ در سرب مربوط به پرتو (۲) است.

پ) جرم ذرات تشکیل‌دهندهٔ پرتو (۱) بیش‌تر از دو پرتو دیگر است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

40 - در راکتورهای هسته‌ای، برای کنترل آهنگ واکنش، یعنی کنترل تعداد نوترون‌های موجود برای به وجود آوردن شکافت، از کدام‌یک از مواد زیر استفاده می‌کنند؟

۱) بور و گرافیت ۲) کادمیم و بور ۳) گرافیت و کادمیم ۴) آب سنگین و گرافیت

محل انجام محاسبات

رشته ریاضی

فیزیک ۳

1- **گزینهٔ «۲»** *(محمد اکبری)*

طبق متن کتاب درسی، گزینهٔ «۲» صحیح است.

(فیزیک ۳ – نوسان و موج؛ صفحهٔ ۷۴)

2- **گزینهٔ «۳»** *(مسعود قره‌طانی)*

کوتاه‌ترین طول‌موج و بیشترین بسامد در طیف امواج الکترومغناطیسی مربوط به اشعهٔ گاما است.

(فیزیک ۳ – نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۴ تا ۷۶)

3- **گزینهٔ «۲»** *(سیدعلی میرنوری)*

در هر جا که نشسته‌ایم، دیوار فرضی روبه‌رو را شمال فرض می‌کنیم. بدین ترتیب، سقف را بالا و کف زمین را پایین می‌نامیم.

حال اگر چهار انگشت دست راست در جهت میدان الکتریکی، (در اینجا به طرف دیوار فرضی پشت سر ما) به گونه‌ای قرار گیرد که کف دست در جهت میدان مغناطیسی (در اینجا رو به بالا (سقف)) باشد، انگشت شست دست راست رو به غرب (سمت چپ) قرار می‌گیرد.

(فیزیک ۳ – نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۴ تا ۷۶)

4- **گزینهٔ «۱»** *(بهنام رستمی)*

عبارت صورت سؤال نادرست است، زیرا صوت موجی طولی است؛ بنابراین باید عبارت‌های نادرست را پیدا کنیم.

بررسی عبارات نادرست:

الف) نادرست؛ امواج لرزه‌ای P، امواج طولی و امواج لرزه‌ای S، امواجی عرضی هستند.

ب) نادرست؛ تندی امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطهٔ $(\mu_0\varepsilon_0)^{-\frac{1}{2}}$ به‌دست می‌آید.

پ) درست

ت) نادرست؛ بلندی، شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.

ث) درست

ج) نادرست؛تندی صوت در آب دارای نمک از آب خالص بیشتر است.

(فیزیک ۳ – نوسان و موج؛ صفحه‌های ۷۴ تا ۸۱)

5- **گزینهٔ «۱»** *(محسن قندچلر)*

به دلیل اینکه تراز شدت صوت برابری از طرف فرستنده‌ها دریافت می‌شود، خواهیم داشت:

$$\beta_B=\beta_A \Rightarrow 10\log\frac{I_B}{I_0}=10\log\frac{I_A}{I_0} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A}=1 \quad (*)$$

شدت صوت با مربع بسامد و مربع دامنه، رابطهٔ مستقیم و با مربع فاصله تا چشمه رابطهٔ عکس دارد. بنابراین:

$$\frac{I_B}{I_A}=\left(\frac{f_B}{f_A}\right)^2\times\left(\frac{A_B}{A_A}\right)^2\times\left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2$$

$$\xrightarrow{(*)} 1=\left(\frac{450}{360}\right)^2\times\left(\frac{A_B}{A_A}\right)^2\times\left(\frac{10}{6}\right)^2 \Rightarrow \frac{A_B}{A_A}=0/48$$

(فیزیک ۳ – نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۰ و ۸۱)

6- **گزینهٔ «۲»** *(سعید شرق)*

با توجه به تغییرات تراز شدت صوت داریم:

$$\beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_1}\xrightarrow{\beta_2=1/2\beta_1,\beta_1=\beta}$$

$$0/2\beta=10\log 3 \Rightarrow 0/2\beta=5 \Rightarrow \beta=25\,dB$$

$$\beta=10\log\frac{I}{I_0} \Rightarrow 2/5=\log\frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow 5\times 0/5=\log\frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \log 3^5=\log\frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow 3^5=\frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I=3^5\times 10^{-12}\,\frac{W}{m^2}$$

$$\Rightarrow I=3^5\times 10^{-3}\,\frac{mW}{km^2}=0/243\,\frac{mW}{km^2}$$

(فیزیک ۳ – نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۰ و ۸۱)

7- **گزینهٔ «۴»** *(زهره آقامحمدی)*

با توجه به رابطهٔ تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \quad (۱)$$

از طرفی چون شدت صوت با مجذور فاصلهٔ شنونده از منبع صوت رابطهٔ عکس دارد، داریم:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \xrightarrow{(۱)} \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ = ۲۰\log\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)$$

$$\xrightarrow[\beta_۱=۸۳dB]{\beta_۲=۹۱dB} ۹۱-۸۳ = ۲۰\log\frac{r_۱}{r_۲}$$

$$\Rightarrow ۰/۴ = \log\frac{r_۱}{r_۲} \quad (۲)$$

از طرفی می‌توان نوشت:

$$۰/۴ = ۱-۰/۶ = ۱-۲\times(۰/۳) \xrightarrow[\log۲=۰/۳]{\log۱۰=۱}$$

$$۰/۴ = \log۱۰ - ۲\log۲ = \log۱۰ - \log۲^۲ \Rightarrow ۰/۴ = \log\frac{۱۰}{۴}$$

$$\xrightarrow{(۲)} \frac{r_۱}{r_۲} = \frac{۱۰}{۴} \Rightarrow r_۲ = ۰/۴r_۱$$

پس درصد تغییرات فاصله از چشمهٔ صوت برابر است با:

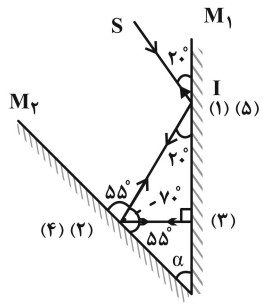
$$\frac{r_۲ - r_۱}{r_۱}\times ۱۰۰ = -۶۰٪$$

(فیزیک ۳ - نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۰ و ۸۱)

8- **گزینهٔ «۳»** *(مصطفی کیانی)*

برای این که پرتوی SI پس از ۵ برخورد متوالی با آینه‌های $M_۱$ و $M_۲$، با بازتاب بر روی خودش از مجموعهٔ دو آینه خارج شود، باید در برخورد سوم، بر سطح آینهٔ $M_۱$ عمود باشد. بنابراین با توجه به برابری زاویهٔ تابش و بازتابش در هر برخورد و در نظر گرفتن این نکته که مجموع زوایای داخلی هر مثلث برابر با ۱۸۰° است، با توجه به شکل زیر داریم:

$$\alpha + ۵۵^\circ + ۹۰^\circ = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۳۵^\circ$$



(فیزیک ۳ - برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۰ و ۹۱)

9- **گزینهٔ «۱»** *(غلامرضا محبی)*

فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی برابر با طول‌موج است. در حالت اول $\lambda_۱ = ۶۰cm$ و $T_۱ = ۱s$ است. در حالت دوم چون دورهٔ تناوب ثابت است و $v_۲ = \frac{۵}{۶}v_۱$ می‌باشد، به کمک رابطهٔ $\lambda = vT$ داریم:

$$v_۲ = \frac{۵}{۶}v_۱ \xrightarrow{v=\frac{\lambda}{T}} \frac{\lambda_۲}{T} = \frac{۵}{۶}\times\frac{\lambda_۱}{T}$$

$$\xrightarrow{\lambda_۱=۶۰cm} \lambda_۲ = \frac{۵}{۶}\times ۶۰ = ۵۰cm$$

نکته: تندی انتشار موج روی سطح آب‌های کم‌عمق، به عمق آب بستگی دارد و با کاهش عمق آب، تندی انتشار و در نتیجه طول‌موج کاهش خواهد یافت.

(فیزیک ۳ - برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۴ تا ۹۶)

10- **گزینهٔ «۴»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

مطابق شکل زیر، زاویهٔ شکست پرتوی SI برابر با ۳۰° است، بنابراین:

$$۶۰^\circ + r = ۹۰^\circ \Rightarrow r = ۳۰^\circ$$

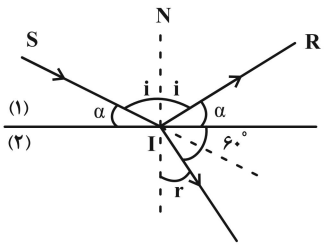
از طرفی زاویهٔ پرتوی بازتابش با مرز جدایی دو محیط برابر با ۳۰° است.

$$\alpha + ۶۰^\circ = ۹۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۳۰^\circ$$

$$i + \alpha = ۹۰^\circ \Rightarrow i + ۳۰^\circ = ۹۰^\circ \Rightarrow i = ۶۰^\circ$$

زاویهٔ انحراف برابر است با:

$$D = i - r = ۶۰^\circ - ۳۰^\circ = ۳۰^\circ$$



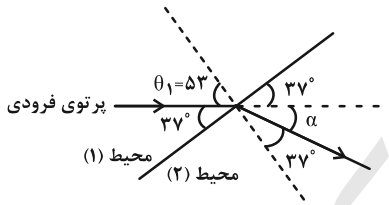
از طرفی طبق قانون شکست اسنل داریم:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۳۰^\circ} = \frac{n_۲}{۱} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = n_۲ \Rightarrow n_۲ = \sqrt{۳}$$

(فیزیک ۳ - برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۳ تا ۹۹)

11- **گزینهٔ «۴»** *(زهره آقامحمدی)*

با توجه به اینکه هنگام عبور پرتو از محیط (۱) به محیط (۲) بسامد ثابت می‌ماند، نسبت طول‌موج با نسبت تندی موج رابطهٔ مستقیم دارد و داریم:



$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{v_2}{v_1}\ (*)$$

از طرفی با توجه به رابطه قانون عمومی شکست داریم:

$$\frac{v_2}{v_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}(**)$$

$$\xrightarrow{*,**}\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}\xrightarrow{\lambda_2=\frac{3}{4}\lambda_1}\frac{3}{4}=\frac{\sin\theta_2}{\sin 53^\circ}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_2=\frac{3}{4}\times 0/8=0/6\Rightarrow\theta_2=37^\circ$$

در نتیجه زاویهٔ α برابر است با:

$$\alpha=\theta_1-\theta_2=53^\circ-37^\circ=16^\circ$$

(فیزیک ۳ – برهم‌کنش‌های موج: صفحه‌های ۹۶ تا ۹۹)

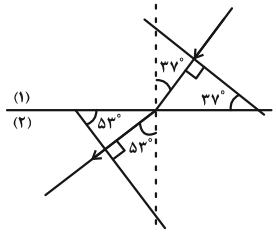
12- **گزینهٔ «۳»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

چون در عبور موج از محیط (۱) به محیط (۲)، زاویهٔ شکست بزرگتر از زاویهٔ تابش است، بنابراین موج از محیط غلیظ به محیط رقیق رفته است و در نتیجه تندی و طول‌موج آن افزایش یافته است.

پرتوی موج بر جبهه‌های موج عمود است. با رسم پرتو در دو محیط و با به کارگیری قانون عمومی شکست داریم:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}\xrightarrow{v=\lambda f}\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{4}{3}\xrightarrow{\lambda_2-\lambda_1=150nm}\lambda_2=600nm$$



حال به کمک قانون شکست اسنل داریم:

$$\frac{n_1}{n_2}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}\Rightarrow\frac{n_1}{2/4}=\frac{0/8}{0/6}\Rightarrow n_1=3/2$$

(فیزیک ۳ – برهم‌کنش‌های موج: صفحه‌های ۹۴ تا ۹۹)

13- **گزینهٔ «۴»** *(زهره آقامحمدی)*

در آزمایش یانگ، پهنای نوارهای تداخلی با طول‌موج نور تکفام مورد آزمایش رابطهٔ مستقیم و در نتیجه با ضریب شکست رابطهٔ عکس دارد. پس داریم:

($W_{آب}$ ، پهنای نوارها در آب و $W_{مایع}$ ، پهنای نوارها در مایع است.)

$$\frac{W_{آب}}{W_{مایع}}=\frac{\lambda_{آب}}{\lambda_{مایع}}=\frac{n_{مایع}}{n_{آب}}\Rightarrow\frac{W_{آب}}{W_{مایع}}=\frac{2}{\frac{4}{3}}=\frac{3}{2}$$

(فیزیک ۳ – برهم‌کنش‌های موج: صفحه‌های ۱۰۴ و ۱۰۵)

14- **گزینهٔ «۲»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

بسامد هماهنگ‌های تار مرتعش با دو انتهای بسته از رابطهٔ $f_n=\frac{nv}{2L}$ به‌دست می‌آید. داریم:

$$v=\sqrt{\frac{F.L}{m}}=\sqrt{\frac{432\times 0/8}{6\times 10^{-3}}}=240\frac{m}{s}$$

$$f_n=\frac{nv}{2L}\Rightarrow f_3=\frac{3\times 240}{2\times 0/8}=450Hz$$

(فیزیک ۳ – برهم‌کنش‌های موج: صفحه‌های ۱۰۵ تا ۱۰۷)

15- **گزینهٔ «۲»** *(بیتا خورشید)*

در حالت اول ۳ گره و ۲ شکم روی طناب داریم:

$$f=\frac{nv}{2L}=\frac{2v}{2L}=\frac{v}{L}$$

در حالت دوم ۳ شکم روی طناب داریم:

$$f'=\frac{nv}{2L}=\frac{3v'}{2L}$$

چون دیاپازون تغییر نکرده است، پس در دو حالت بسامد موج ایستادهٔ تشکیل شده روی طناب یکسان است. بنابراین:

$$f=f'\Rightarrow\frac{v}{L}=\frac{3v'}{2L}\Rightarrow\frac{v}{v'}=\frac{3}{2}$$

$$\xrightarrow{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}}\frac{\sqrt{\frac{F}{\mu}}}{\sqrt{\frac{F'}{\mu}}}=\frac{3}{2}\Rightarrow\sqrt{\frac{F}{F'}}=\frac{3}{2}\Rightarrow\frac{F}{F'}=\frac{9}{4}$$

$$\xrightarrow{F=9mg}\frac{9mg}{F'}=\frac{9}{4}\Rightarrow F'=4mg$$

سپس تعداد ۵ وزنه باید از کفه کم کنیم.

(فیزیک ۳ – برهم‌کنش‌های موج: صفحه‌های ۱۰۵ تا ۱۰۷)

16- **گزینهٔ «۳»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

با استفاده از معادلهٔ فوتوالکتریک، ابتدا انرژی جنبشی بیشینهٔ فوتوالکترون‌ها را محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$K_{max} = hf - W_{\circ} = h\frac{c}{\lambda} - h\frac{c}{\lambda_{\circ}} = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\circ}}\right)$$

$$\Rightarrow K_{max} = 4\times10^{-15}\times3\times10^{8}\times\left(\frac{1}{2\times10^{-7}} - \frac{1}{3\times10^{-7}}\right)$$

$$\Rightarrow K_{max} = 12\times\frac{1}{6} = 2eV$$

اکنون K_{max} را برحسب ژول به‌دست می‌آوریم و در رابطهٔ $K = \frac{1}{2}mv^2$ جای‌گذاری می‌کنیم.

$$K_{max} = 2eV = 2\times1/6\times10^{-19}J = 3/2\times10^{-19}J$$

$$K_{max} = \frac{1}{2}mv_{max}^2 \Rightarrow 3/2\times10^{-19} = \frac{1}{2}\times10^{-30}\times v_{max}^2$$

$$\Rightarrow v_{max}^2 = 64\times10^{10} \Rightarrow v_{max} = 8\times10^{5}\frac{m}{s}$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۱۶ تا ۱۲۰)

17- **گزینهٔ «۴»** *(سیدعلی میرنوری)*

با استفاده از معادلهٔ فوتوالکتریک برای هر فلز داریم:

$$K_{max_A} = hf - hf_{\circ A} = 4f\times10^{-15} - 4 \qquad (1)$$

$$K_{max_B} = hf - hf_{\circ B} = 4f\times10^{-15} - 8 \qquad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \Delta K = K_{max_A} - K_{max_B} = 4eV$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۱۶ تا ۱۲۰)

18- **گزینهٔ «۳»** *(مصطفی کیانی)*

به بررسی عبارات می‌پردازیم:

الف) درست

ب) درست

پ) نادرست، طیف گسیلی خطی برای اتم‌های هر گاز منحصر به فرد هستند.

ت) درست

بنابراین سه عبارت درست است.

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۱ و ۱۲۲)

19- **گزینهٔ «۱»** *(مصطفی کیانی)*

ابتدا تعداد فوتون‌های گسیلی ممکن را با استفاده از رابطهٔ زیر می‌یابیم:

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \xrightarrow{n=6} N = \frac{6\times(6-1)}{2} = 15$$

برای کوتاه‌ترین طول موج فوتون تابشی، باید الکترون از تراز $n = 6$ به تراز $n' = 1$ برود. دقت کنید، کوتاه‌ترین طول موج فوتون تابشی در حالتی به وجود می‌آید که اختلاف انرژی دو ترازی که الکترون بین آن‌ها جابه‌جا می‌شود، بیشترین مقدار را داشته باشد.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow[n'=1]{n=6} \frac{1}{\lambda_{min}} = \frac{1}{100}\times\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{36}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = \frac{1}{100}\times\frac{35}{36} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{720}{7}nm$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۱ تا ۱۲۴)

20- **گزینهٔ «۲»** *(میثم رشتیان)*

انرژی الکترون در مدار پایین برابر است با:

$$E_n = -\frac{13/6}{n^2} \xrightarrow{n=1} E_L = -\frac{13/6}{1} = -13/6eV$$

بنابراین انرژی الکترون در مدار بالایی برابر است با:

$$\Delta E = E_U - E_L \Rightarrow 12/75 = E_U - (-13/6)$$
$$\Rightarrow E_U = -0/85eV$$

$$E_U = -\frac{13/6}{n_U^2} \Rightarrow -0/85 = -\frac{13/6}{n_U^2}$$

$$\Rightarrow n_U^2 = 16 \Rightarrow n_U = 4 \Rightarrow$$ مدار برانگیختهٔ سوم

هم‌چنین می‌دانیم طول‌موج‌های گسیلی در رشتهٔ لیمان $(n' = 1)$ همگی در محدودهٔ امواج فرابنفش هستند.

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۱ تا ۱۲۹)

21- **گزینهٔ «۴»** *(زهره آقامحمدی)*

در رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$، بیشترین انرژی فوتون گسیل شده مربوط به گذار $n_U = \infty$ به $n_L = ۲$ است. پس داریم:

$$\xrightarrow{E_n = -\frac{E_R}{n^۲}} E_۱ = E_U - E_L = ۰ - (-\frac{E_R}{۴})$$

$$\Rightarrow E_۱ = \frac{۱۳/۶}{۴} = ۳/۴eV$$

در رشتهٔ لیمان $(n' = ۱)$، کمترین انرژی فوتون گسیل شده مربوط به گذار $n_U = ۲$ به $n_L = ۱$ است.

$$\xrightarrow{E_n = -\frac{E_R}{n^۲}} E_۲ = E_U - E_L = -\frac{E_R}{۴} + E_R = \frac{۳}{۴}E_R$$

$$\Rightarrow E_۲ = ۱۰/۲eV$$

بنابراین:

$$E_۱ - E_۲ = ۳/۴ - ۱۰/۲ = -۶/۸eV$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۱ تا ۱۲۹)

22- **گزینهٔ «۴»** *(خسرو ارغوانی‌فرد)*

انرژی الکترون در هر تراز انرژی از رابطهٔ $E_n = -\frac{E_R}{n^۲}$ به‌دست می‌آید.

ابتدا شمارهٔ ترازی که الکترون ابتدا در آن قرار داشته و شمارهٔ ترازی که الکترون به آن نقل مکان می‌کند را به‌دست می‌آوریم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow \begin{cases} -۰/۸۵ = \frac{-۱۳/۶}{n^۲} \Rightarrow n = ۴ \\ -۰/۵۴۴ = \frac{-۱۳/۶}{n'^۲} \Rightarrow n' = ۵ \end{cases}$$

پس الکترون از مدار $n = ۴$ به $n' = ۵$ رفته است. بنابراین نسبت شعاع چرخش آن برابر است با:

$$r_n = a_۰ n^۲ \Rightarrow \frac{r_۵}{r_۴} = \left(\frac{n'}{n}\right)^۲ = \left(\frac{۵}{۴}\right)^۲ = \frac{۲۵}{۱۶}$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۲۹)

23- **گزینهٔ «۱»** *(حامد طاهرخانی)*

فوتون‌های پرتوهای لیزری علاوه بر اینکه هم‌گام (هم‌فاز) و هم‌بسامدند، هم‌جهت نیز هستند.

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۳۲ و ۱۳۳)

24- **گزینهٔ «۲»** *(مصطفی کیانی)*

در فرایند گسیل القایی، وقتی فوتون با انرژی‌ای که برابر با اختلاف انرژی دو تراز است، به الکترون برانگیخته تابیده شود، دو فوتون هم‌انرژی، هم‌بسامد و هم‌فاز تولید می‌شود. بنابراین ابتدا، اختلاف انرژی دو تراز $n' = ۱$ و $n = ۴$ را که برابر انرژی فوتون تابشی است، می‌یابیم:

$$\Delta E = E_R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \xrightarrow[n=۴]{n'=۱} \Delta E = E_R\left(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۱۶}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta E = \frac{۱۵}{۱۶}E_R$$

اکنون می‌توان، انرژی خروجی از مجموعه را به‌دست آورد.

$$E_{\text{کل}} = \text{انرژی فوتون تابیده شده} + \text{مجموع انرژی ۵ فوتون تولیدشده}$$

$$\Rightarrow E_{\text{کل}} = ۵ \times \frac{۱۵}{۱۶}E_R + \frac{۱۵}{۱۶}E_R \Rightarrow E_{\text{کل}} = ۶ \times \frac{۱۵}{۱۶}E_R$$

$$\Rightarrow E_{\text{کل}} = \frac{۴۵}{۸}E_R$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۳۳)

25- **گزینهٔ «۲»** *(حسین مفرومی)*

ابتدا انرژی حاصل از یک میلی‌گرم جرم را محاسبه می‌کنیم:

$$E = mc^۲ \xrightarrow[c=۳\times۱۰^۸ m/s]{m=۱mg=۱۰^{-۳}g=۱۰^{-۶}kg}$$

$$E = (۱۰^{-۶}) \times (۹\times۱۰^{۱۶}) = ۹\times۱۰^{۱۰} J = ۹\times۱۰^{۷} kJ$$

با توجه به معلومات داده شده، از سوختن هر یک گرم نفت $۵۰kJ$ انرژی تولید می‌شود. بنابراین جرم نفتی که باید سوخته شود تا انرژی فوق را تأمین کند، برابر است با:

$$m = \frac{E}{۵۰kJ} \xrightarrow{E=۹\times۱۰^۷kJ} m = \frac{۹\times۱۰^۷}{۵۰}$$

$$\Rightarrow m = ۱/۸\times۱۰^۶ g \xrightarrow{\text{تبدیل kg به g}} m = ۱۸۰۰kg$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحهٔ ۱۴۱)

26- **گزینهٔ «۲»** *(محمدعلی راست‌پیمان)*

قدرت نفوذ پرتوی γ از همه بیشتر است و می‌تواند از ورقه‌ای سربی به ضخامت $10mm$ بگذرد، پرتوی β میل نفوذش در ورقهٔ سرب در حدود ۰/۱ میلی‌متر و ذرهٔ α در حدود ۰/۰۱ میلی‌متر است، پس گزینهٔ «۲» صحیح است:

$$x_\gamma > x_\beta > x_\alpha$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای: صفحهٔ ۱۴۲)

27- **گزینهٔ «۲»** *(مصطفی کیانی)*

در واپاشی β^+ ، یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک الکترون مثبت که به آن پوزیترون (β^+ یا e^+) می‌گویند، تبدیل می‌شود.

$$_1^1P \rightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0e$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای: صفحه‌های ۱۴۴ و ۱۴۵)

28- **گزینهٔ «۴»** *(محمدعلی راست‌پیمان)*

این سؤال موازنه کردن برهم‌کنش‌های هسته‌ای است. در یک بر هم کنش هسته‌ای، عدد جرمی و عدد اتمی در طرفین باید برابر باشند.

$$_Z^AX \rightarrow {}_0^4\gamma + {}_{-1}^5e^- + {}_2^3He + {}_{Z'}^{A'}Y$$

$$A = 4(0) + 5(0) + 12 + A' \Rightarrow A' = A - 12$$

$$Z = 4(0) + 5\times(-1) + 3\times(2) + Z' \Rightarrow Z' = Z - 1$$

پس هستهٔ دختر مطابق روبه‌رو است: $_{Z-1}^{A-12}Y$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای: صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۴۶)

29- **گزینهٔ «۲»** *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

هنگامی‌که $87/5$ درصد هسته‌های یک عنصر رادیواکتیو واپاشیده می‌شود، $12/5$ درصد آن به صورت فعال باقی‌مانده است. به عبارت دیگر:

$$100 - 87/5 = 12/5$$

$$100 \xrightarrow[\frac{T_1}{2}]{} 50 \xrightarrow[\frac{T_1}{2}]{} 25 \xrightarrow[\frac{T_1}{2}]{} 12/5$$

$$3\frac{T_1}{2} = 18 \Rightarrow \frac{T_1}{2} = 6 \text{ سال}$$

روش دوم:

$$N = N_0(\frac{1}{2})^n \Rightarrow 12/5 = \frac{100}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{\frac{T_1}{2}} \Rightarrow 3 = \frac{18}{\frac{T_1}{2}} \Rightarrow \frac{T_1}{2} = 6 \text{ سال}$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای: صفحه‌های ۱۴۶ و ۱۴۷)

30- **گزینهٔ «۲»** *(حسین مفرومی)*

ابتدا تعداد باقی‌مانده از هسته‌های واپاشیده شده ماده را به‌دست می‌آوریم:

$$N = N_0 - N' \xrightarrow{N' = \frac{15}{16}N_0} N = N_0 - \frac{15}{16}N_0 = \frac{1}{16}N_0$$

$$2^n = \frac{N_0}{N} \Rightarrow 2^n = \frac{N_0}{\frac{1}{16}N_0} \Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow$$

$$n = 4 \Rightarrow \frac{t}{\frac{T_1}{2}} = 4 \Rightarrow t = 4\frac{T_1}{2}$$

(فیزیک ۳ – آشنایی با فیزیک هسته‌ای: صفحه‌های ۱۴۶ و ۱۴۷)

31- **گزینهٔ «۳»** *(کتاب آبی)*

با استفاده از رابطهٔ $I=\frac{\bar{P}}{A}$ و با توجه به این‌که $\bar{P}=\frac{E}{t}$ است، به صورت زیر شدت صوت را حساب می‌کنیم:

$$E=1/5\times10^{-11}J\ ,\ t=5s$$

$$A=3cm^2\xrightarrow{1cm^2=10^{-4}m^2}A=3\times10^{-4}m^2$$

$$I=\frac{\bar{P}}{A}\xrightarrow{\bar{P}=\frac{E}{t}}I=\frac{\frac{E}{t}}{A}=\frac{E}{At}\Rightarrow I=\frac{1/5\times10^{-11}}{3\times10^{-4}\times5}=10^{-8}\frac{W}{m^2}$$

$$\xrightarrow{1W=10^6\mu W}I=10^{-8}\times10^6\frac{\mu W}{m^2}=0/01\frac{\mu W}{m^2}$$

(فیزیک ۳ - نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۰ و ۸۱)

32- **گزینهٔ «۲»** *(کتاب آبی)*

اگر چشمهٔ صوت ساکن باشد، با نزدیک شدن شنونده به چشمهٔ صوت یا دور شدن از آن، تجمع جبهه‌های موج تغییر نمی‌کند، لذا هر دو شنونده، صوت را با همان طول‌موج ارسالی از چشمهٔ موج دریافت می‌کنند؛ بنابراین $\lambda_A=\lambda_B$ است.

دقت کنید، اگر چشمهٔ صوت ساکن باشد، حرکت شنونده تأثیری در طول‌موج ندارد و طول‌موج در همهٔ نقاط اطراف چشمهٔ صوت ساکن، یکسان است.

(فیزیک ۳ - نوسان و موج؛ صفحه‌های ۸۱ تا ۸۳)

33- **گزینهٔ «۲»** *(کتاب آبی)*

برای به‌دست آوردن فاصلهٔ چشمهٔ صوت تا دیوار باید تندی صوت معلوم باشد. بنابراین با داشتن λ و f ابتدا تندی صوت را حساب می‌کنیم:

$$v=\lambda f\xrightarrow[f=40kHz=40\times10^3Hz]{\lambda=8/75mm=8/75\times10^{-3}m}$$

$$v=8/75\times10^{-3}\times40\times10^3\Rightarrow v=350m/s$$

چون سرعت صوت ثابت است با استفاده از رابطهٔ $\Delta x=v\Delta t$ فاصلهٔ چشمهٔ صوت تا دیوار را می‌یابیم. دقت کنید، چون موج صوتی در مدت $0/4s$ به دیوار برخورد کرده و به محل چشمه برمی‌گردد، زمان رفتن موج از چشمه تا دیوار نصف این مدت، یعنی $\Delta t=\frac{0/4}{2}=0/2s$ است.

$$\Delta x=v\Delta t\xrightarrow[\Delta t=0/2s]{v=350m/s}\Delta x=350\times0/2=70m$$

(فیزیک ۳ - برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۹۱ تا ۹۳)

34- **گزینهٔ «۳»** *(کتاب آبی)*

با توجه به طول‌موج این جبههٔ موج تخت $(\lambda=20cm)$، ابعاد شکاف در حدود طول‌موج (از $\frac{30}{20}=1/5$ تا $\frac{120}{20}=6$ برابر) می‌باشد و پدیدهٔ پراش رخ می‌دهد. این افزایش ابعاد شکاف موجب می‌شود که میزان گستردگی موج پراشیده کاهش پیدا کرده و در نتیجه ناحیهٔ سایهٔ مانع افزایش یابد.

(فیزیک ۳ - برهم‌کنش‌های موج؛ صفحه‌های ۱۰۱ و ۱۰۲)

35- **گزینهٔ «۳»** *(کتاب آبی)*

انرژی کل گسیل شده از لامپی به توان P در مدت زمان t برابر با $E_T=Pt$ و انرژی فوتون برابر با $E=hf=\frac{hc}{\lambda}$ است، لذا برای محاسبهٔ تعداد فوتون‌های گسیل شده داریم:

$$n=\frac{E_T}{E}=\frac{Pt}{h\frac{c}{\lambda}}=\frac{Pt\lambda}{hc}\xrightarrow[\text{ثابت }c,h,t,P]{\text{رابطهٔ مقایسه‌ای}}$$

$$\frac{n_{زرد}}{n_{بنفش}}=\frac{\lambda_{زرد}}{\lambda_{بنفش}}\xrightarrow[\lambda_{بنفش}=400nm]{\lambda_{زرد}=600nm}\frac{n_{زرد}}{n_{بنفش}}=\frac{600}{400}=\frac{3}{2}$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۱۶ و ۱۱۷)

36- **گزینهٔ «۴»** *(کتاب آبی)*

می‌دانیم هنگامی اثر فوتوالکتریک رخ می‌دهد که انرژی فوتون تابیده شده به سطح فلز بیش‌تر یا مساوی تابع کار فلز باشد، بنابراین در ابتدا انرژی فوتون تابیده شده به سطح فلزات را می‌یابیم، سپس آن را با تابع کار فلزات مقایسه می‌کنیم.

$$E_P = hf = \frac{hc}{\lambda} \xrightarrow{\lambda = 600\times10^{-9}m}$$

$$E_P = \frac{4/14\times10^{-15}\times3\times10^{8}}{600\times10^{-9}} = 2/07eV$$

چون این انرژی کمتر از تابع کار هر سه فلز است، پس این طول‌موج از روی سطح هیچ یک از فلزات، فوتوالکترون گسیل نمی‌کند.

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۱۶ تا ۱۲۰)

37- **گزینهٔ «۱»** *(کتاب آبی)*

به طور کلی در اثر فوتوالکتریک، اگر بسامد نور فرودی n برابر شود، بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیلی، بیش از n برابر خواهد شد، یعنی:

$$K_{max} = hf - W_0 \Rightarrow \frac{K_{max_2}}{K_{max_1}} = \frac{hf_2 - W_0}{hf_1 - W_0}$$

$$\xrightarrow{f_2 = nf_1} \frac{K_{max_2}}{K_{max_1}} = \frac{nhf_1 - W_0}{hf_1 - W_0} \Rightarrow \frac{K_{max_2}}{K_{max_1}} > n$$

در اینجا که بسامد نور فرودی ۲ برابر شده، بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیلی بیش از ۲ برابر خواهد شد. یعنی:

$$\frac{K_{max_2}}{K_{max_1}} = K > 2$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۱۶ تا ۱۲۰)

38- **گزینهٔ «۳»** *(کتاب آبی)*

در ابتدا طول‌موج‌های مربوط به دومین و سومین خط رشتهٔ پاشن را با استفاده از رابطهٔ ریدبرگ می‌یابیم:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow[n'=3\ ,\ n=5]{R=\frac{1}{100}(nm)^{-1}} \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\times\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right)$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{5625}{4}nm$$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow[n'=3\ ,\ n=6]{R=\frac{1}{100}(nm)^{-1}} \frac{1}{\lambda'} = \frac{1}{100}\times\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{36}\right)$$

$$\Rightarrow \lambda' = \frac{3600}{3}nm = 1200nm$$

و برای تعیین اختلاف این دو طول‌موج داریم:

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda' = \frac{5625}{4} - 1200 \Rightarrow \Delta\lambda = \frac{825}{4}nm$$

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک اتمی؛ صفحه‌های ۱۲۱ تا ۱۲۴)

39- **گزینهٔ «۳»** *(کتاب آبی)*

در این آزمایش، با توجه به جهت حرکت پرتوها و جهت میدان مغناطیسی (درون‌سو)، به کمک قاعدهٔ دست راست می‌توان فهمید که بار الکتریکی پرتوی (۱) مثبت، بار الکتریکی پرتوی (۳) منفی و پرتوی (۲) فاقد بار الکتریکی است. یعنی پرتوی (۱) آلفا، پرتوی (۲) گاما و پرتوی (۳) بتاست، که بیش‌ترین نفوذ در سرب مربوط به پرتو گاما (تقریباً $100mm$) و کم‌ترین نفوذ در سرب مربوط به پرتو آلفا (تقریباً $0/01\,mm$) می‌باشد، در مورد جرم نیز باید توجه داشت که پرتو (۱) (آلفا) به دلیل بیش‌تر بودن جرم ذراتش نسبت به پرتو (۳) (بتا) کم‌تر منحرف می‌شود. پرتوی گاما نیز از جنس انرژی بوده و جرم ندارد. با توجه به این توضیحات عبارت‌های (الف) و (پ) صحیح هستند.

(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحهٔ ۱۴۲)

40- **گزینهٔ «۲»** *(کتاب آبی)*

برای کنترل آهنگ واکنش، از میله‌های کنترل از جنس کادمیم یا بور استفاده می‌کنند تا نوترون‌های اضافی را جذب کند.

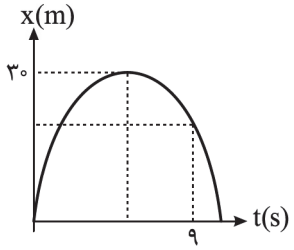
(فیزیک ۳ - آشنایی با فیزیک هسته‌ای؛ صفحه‌های ۱۵۰ و ۱۵۱)

فیزیک

1- یک قطار بر روی ریل مستقیم با تندی ثابت $۴۰\frac{km}{h}$ به سمت ایستگاه در حرکت است. در فاصلهٔ ۱۲۰ کیلومتری ایستگاه پرنده‌ای با تندی ثابت $۶۰\frac{km}{h}$ از جلوی قطار به سمت ایستگاه پرواز می‌کند و به محض رسیدن به ایستگاه با همان تندی و در همان مسیر، بازمی‌گردد. در لحظهٔ رسیدن به قطار، فاصلهٔ قطار از ایستگاه چند کیلومتر است؟

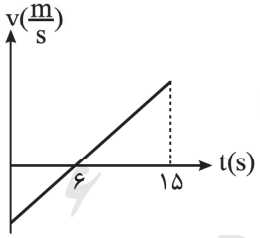
۱) ۲۴ ۲) ۳۶ ۳) ۴۸ ۴) ۷۲

2- نمودار مکان ـ زمان متحرکی که با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در ۹ ثانیهٔ اول برابر با $۲/۵\frac{m}{s}$ باشد، مدت‌زمان حرکت کندشونده این متحرک چند ثانیه است؟



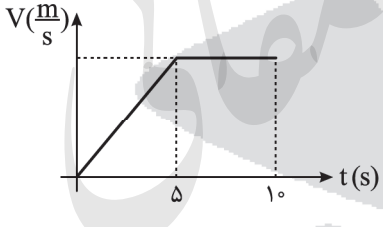
۱) ۵
۲) ۶
۳) ۷
۴) ۸

3- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که با شتاب ثابت بر خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در ۱۵ ثانیهٔ نخست تندی متوسط $۴\frac{m}{s}$ بیشتر از اندازهٔ سرعت متوسط متحرک در همین مدت باشد، مسافتی که در مدت ۱۵s نخست می‌پیماید، چند متر است؟



۱) ۶۷/۵
۲) ۹۷/۵
۳) ۱۲۷/۵
۴) ۱۵۷/۵

4- شکل زیر، نمودار سرعت ـ زمان متحرکی را در حرکت بر روی خط راست نشان می‌دهد. اگر شتاب متوسط در ۲ ثانیهٔ دوم حرکت برابر با $۴\frac{m}{s^۲}$ باشد، تندی متوسط در ۱۰ ثانیهٔ اول چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۷/۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

5- شخصی برای رسیدن به یک اتوبوس با تندی ثابت v به دنبال آن می‌رود. در لحظه‌ای که فاصلهٔ شخص تا اتوبوس ۱۲/۵m می‌شود، اتوبوس با شتاب ثابت $۱\frac{m}{s^۲}$ به راه می‌افتد. حداقل مقدار سرعت شخص چند متر بر ثانیه باشد تا به اتوبوس برسد؟

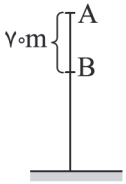
۱) ۳/۵ ۲) ۵ ۳) ۷ ۴) ۱۰

6- فاصلهٔ دو چراغ راهنمایی A و B در مسیر مستقیم ۳۰۰m است. به محض سبز شدن چراغ A، اتومبیلی از حال سکون با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ شروع به حرکت می‌کند و پس از مدتی بلافاصله حرکت خود را با شتاب ثابت $۱\frac{m}{s^۲}$ کُند می‌کند. به‌طوری که دقیقاً پشت چراغ B متوقف می‌شود. مدت زمان کل حرکت اتومبیل چند ثانیه بوده است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

محل انجام محاسبه

#7- در شرایط خلأ از نقطهٔ A جسمی رها می‌شود و ۲ ثانیهٔ بعد از نقطهٔ B جسم دیگری را رها می‌کنیم. اگر هر دو جسم همزمان به زمین برسند مدت زمان حرکت A تا رسیدن به زمین چند ثانیه بوده است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۴

۲) ۴/۵

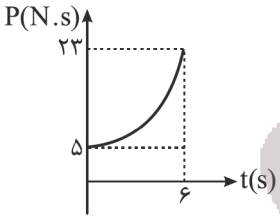
۳) ۵

۴) ۵/۵

#8- در شرایط خلأ گلوله‌ای از ارتفاع h بدون تندی اولیه رها می‌شود و ۱/۸m آخر مسیر را در مدت ۰/۲s طی می‌کند. ارتفاع h چند متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

9- شکل زیر نمودار تکانه ـ زمان را برای متحرکی در حرکت روی خط راست نشان می‌دهد. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در ۲ ثانیهٔ سوم حرکت چند نیوتن است؟



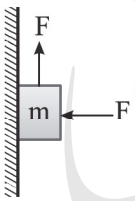
۱) ۲/۵

۲) ۵

۳) ۷/۵

۴) ۱۰

10- در شکل زیر، دو نیروی هم‌اندازه F به صورت افقی و قائم به جسم $m = ۷/۵kg$ وارد شده‌اند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیوار ۰/۲۵ باشد، بیشترین مقدار F برای آنکه جسم ساکن بماند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



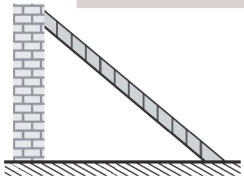
۱) ۱۲۰

۲) ۱۰۰

۳) ۸۰

۴) ۶۰

11- در شکل زیر، نردبانی به جرم m به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه داده شده و در آستانهٔ لغزش قرار دارد. نیرویی که دیوار و سطح افقی به نردبان وارد می‌کنند به‌ترتیب ۲۱۰N و ۲۹۰N است. جرم نردبان چند کیلوگرم است؟ (دیوار بدون اصطکاک بوده و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) ۱۵

۲) ۲۰

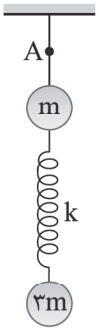
۳) ۲۵

۴) ۳۰

محل انجام محاسبه

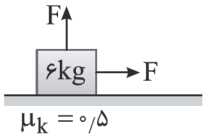
رشته ریاضی

12 - در شکل زیر، جسم **m** با رشته نخ سبکی آویخته شده است. به وزنهٔ **m** فنر سبک با ثابت **k** متصل است و به انتهای فنر وزنهٔ **۳m** آویخته شده است. اگر نخ از نقطهٔ **A** بریده شود، شتاب حرکت وزنهٔ **m** در لحظهٔ بریده شدن نخ کدام خواهد شد؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$



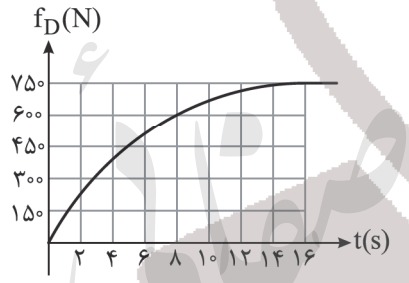
۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

13 - در شکل زیر جسم با شتاب ثابت **a** در سطح افقی به سمت راست در حال حرکت است. اگر همزمان اندازهٔ نیروهای افقی و قائم بدون تغییر جهت ۲۰٪ افزایش یابد، شتاب حرکت جسم $۱/۶ \frac{m}{s^۲}$ بیشتر می‌شود. مقدار **F** چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$



۱) ۲۴
۲) ۳۲
۳) ۳۶
۴) ۴۸

14 - شکل زیر، نمودار اندازهٔ نیروی مقاومت هوای وارد بر یک چترباز را از لحظهٔ پرش آزاد تا باز شدن چترش نشان می‌دهد. در لحظهٔ **t = ۸s** اندازهٔ شتاب حرکت چترباز چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$



۱) ۲
۲) ۲/۵
۳) ۳
۴) ۳/۵

15 - چگالی متوسط سیارهٔ مشتری تقریباً $\frac{۱}{۴}$ چگالی متوسط زمین است. اگر شتاب گرانشی در سطح زمین و مشتری به ترتیب $۱۰ \frac{m}{s^۲}$ و $۲۷/۵ \frac{m}{s^۲}$ باشد، شعاع سیارهٔ مشتری چند برابر شعاع زمین است؟

۱) ۳
۲) ۵
۳) ۷
۴) ۱۱

#16 - اگر در اثر تغییر مدار گردش ماهواره‌ای به دور زمین دورهٔ حرکت ماهواره ۸ برابر شود، نیروی گرانش وارد بر ماهواره از طرف زمین چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) $\frac{۱}{۸}$
۴) $\frac{۱}{۱۶}$

17 - در یک آونگ ساده، جرم وزنهٔ متصل به انتهای نخ **m** است و آونگ با بسامد **۲Hz** حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهد. طول آونگ چند سانتی‌متر است؟ $(\pi^۲ = g)$

۱) ۶/۲۵
۲) ۱۲/۵
۳) ۲۵
۴) باید مقدار m معلوم باشد.

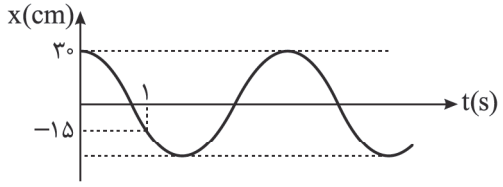
محل انجام محاسبه

رشته ریاض

18 - ذره‌ای بر روی پاره‌خطی به طول $۶cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و حرکت خود را از $x = +A$ با بسامد $۵\,Hz$ آغاز می‌کند. در $۰/۱۵s$ اول حرکت، بزرگی سرعت متوسط ذره چند سانتی‌متر بر ثانیه خواهد شد؟

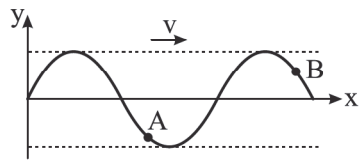
۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۲۰

19 - نمودار مکان ـ زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده دارد، مطابق شکل است. بیشینهٔ شتاب این نوسانگر چند $\frac{m}{s^۲}$ است؟ $(\pi = ۳)$



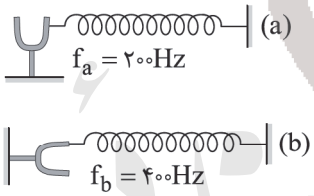
۱) ۰/۳
۲) ۰/۶
۳) ۰/۹
۴) ۱/۲

20 - نقش یک موج عرضی سینوسی در $t = ۰$ در طناب سبکی مانند شکل زیر است. در این لحظه نوع حرکت در نقاط A و B به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟



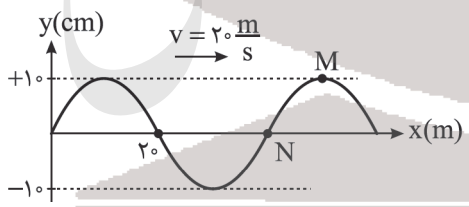
۱) کندشونده ـ تندشونده
۲) تندشونده ـ کندشونده
۳) تندشونده ـ تندشونده
۴) کندشونده ـ کندشونده

21 - در شکل‌های (a) و (b) دو فنر کاملاً مشابه به دو دیاپازون با بسامدهای $f_a = ۲۰۰Hz$ و $f_b = ۴۰۰Hz$ متصل‌اند. کدام مقایسه برای سرعت انتشار و طول موج منتشرشده در این دو فنر درست است؟



۱) $\lambda_a > ۲\lambda_b$ و $V_a > V_b$
۲) $\lambda_a < ۲\lambda_b$ و $V_a > V_b$
۳) $\lambda_a > ۲\lambda_b$ و $V_a = V_b$
۴) $\lambda_a = ۲\lambda_b$ و $V_a = V_b$

22 - شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در $t = ۰$ نشان می‌دهد. در $t = ۰/۵s$ سرعت نقطهٔ M از محیط ..... و سرعت نقطهٔ N، ..... می‌شود. $(\pi = ۳)$



۱) صفر و $۳۰\frac{cm}{s}$
۲) صفر و $-۳۰\frac{cm}{s}$
۳) $۳۰\frac{cm}{s}$ و صفر
۴) $-۳۰\frac{cm}{s}$ و صفر

23 - در یک لحظه برای موج الکترومغناطیسی که در جهت جنوب منتشر می‌شود، میدان الکتریکی به بیشینه مقدار خود در جهت شرق رسیده است. میدان مغناطیسی در این لحظه:

۱) صفر است.
۲) بیشینه مقدار، به سمت پایین است.
۳) بیشینه مقدار، به سمت چپ است.
۴) بیشینه مقدار، به سمت بالا است.

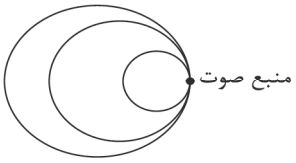
محل انجام محاسبه

24- بلندی صدای یک بلندگو در یک نقطه برابر ۶۷ دسی‌بل است. شدت صوت این بلندگو در این نقطه چند واحد SI است؟

$(\log ۲ = ۰/۳ \ , \ I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲})$

۱) ۵×۱۰^{-۶} ۲) ۵×۱۰^{-۸} ۳) ۲×۱۰^{-۶} ۴) ۲×۱۰^{-۸}

25- یک منبع صوتی مطابق شکل با تندی ثابت در حال حرکت است. منحنی‌های رسم شده جبهه‌های حاصل از صوت این چشمهٔ صوتی است. این منبع صوت به سمت ..... در حال حرکت بوده و تندی آن ..... تندی صوت در محیط است.



۱) راست ـ کمتر از

۲) چپ ـ کمتر از

۳) راست ـ برابر با

۴) چپ ـ برابر با

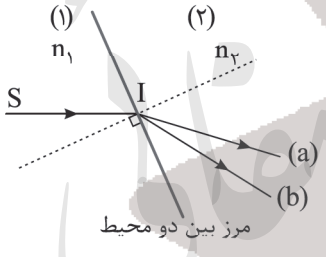
26- در بازتاب از آینهٔ تخت زاویهٔ بین پرتو تابش و بازتابش ۴ برابر زاویهٔ بین پرتو تابش و سطح آینه است. زاویهٔ تابش چند درجه است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

27- توسط یک دیاپازون در طناب AB موج ایستاده با ۵ گره ایجاد شده است. اگر بخواهیم در همین طناب با همین دیاپازون ۳ گره ایجاد شود، نیروی کشش طناب باید چند برابر شود؟

۱) $\frac{۳}{۵}$ ۲) $\frac{۹}{۲۵}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

28- در شکل زیر، پرتوی فرودی SI شامل نورهای آبی و قرمز است. با توجه به شکل، کدام گزینه رنگ پرتوهای a و b و مقایسهٔ $n_۱$ و $n_۲$ را به درستی بیان کرده است؟



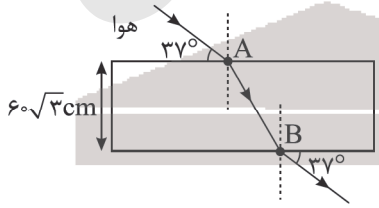
۱) a: آبی، b: قرمز، $n_۱ > n_۲$

۲) a: قرمز، b: آبی، $n_۱ > n_۲$

۳) a: آبی، b: قرمز، $n_۲ > n_۱$

۴) a: قرمز، b: آبی، $n_۲ > n_۱$

29- در شکل زیر، مدت‌زمانی که پرتوی نور فاصلهٔ AB را در یک تیغه به ضخامت $۶۰\sqrt{۳}cm$ و ضریب شکست $n = ۱/۶$ طی می‌کند، چند نانوثانیه است؟ $(c = ۳\times۱۰^۸ \frac{m}{s} \ , \ \sin ۳۷ = ۰/۶)$



۱) ۱/۶

۲) ۳/۲

۳) ۶/۴

۴) ۹/۶

30- انرژی فوتون B، ۲۰٪ بیشتر از انرژی فوتون A است. اگر اختلاف طول موج‌های این دو فوتون ۱۲۰nm باشد، انرژی فوتون B چند الکترون‌ولت است؟ $(hc = ۱۲۰۰eV.nm)$

۱) ۲ ۲) ۲/۴ ۳) ۳/۶ ۴) ۴

محل انجام محاسبه

رشته ریاضی

31 - تابع کار فلز تنگستن $۴/۲eV$ است. حداکثر تندی فوتوالکترونی که بر اثر تابش پرتوی الکترومغناطیسی با طول موج $۲۰۰nm$ به این فلز گسیل می‌شود، چند متر بر ثانیه است؟ $(m_e = ۹\times۱۰^{-۳۱}kg\ ,\ hc = ۱۲۰۰eV.nm\ ,\ e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

۱) ۱۶×۱۰^{۵} ۲) ۸×۱۰^{۵} ۳) ۶×۱۰^{۵} ۴) ۴×۱۰^{۵}

32 - در طیف گسیلی اتم هیدروژن، نسبت طول موج خط سوم رشته براکت $(n' = ۴)$ به بلندترین طول موج فرابنفش رشته بالمر $(n = ۲)$ کدام است؟

۱) $\frac{۱۳۵}{۴۹}$ ۲) $\frac{۴۵}{۴۹}$ ۳) $\frac{۶۰}{۱۱}$ ۴) $\frac{۴۹}{۱۱}$

33 - اگر پس از گذشت ۵ سال ۲۰٪ هسته‌های یک مادهٔ پرتوزا تجزیه شود، نیمه‌عمر این مادهٔ پرتوزا چند سال است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) $\frac{۵}{۳}$ ۲) $۷/۵$ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

34 - در واکنش تبدیل ایزوتوپ کمیاب $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ به عنصر سرب پایدار $^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$ تعداد $n_۱$ ذرهٔ α و $n_۲$ ذرهٔ β^- گسیل می‌شود. مجموع ذرات گسیل شده $(n_۱ + n_۲)$ کدام است؟

۱) ۷ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۱

35 - برای تولید ۵۰ مگاوات‌ساعت انرژی چند میلی‌گرم ماده باید به طور کامل به انرژی تبدیل شود؟ $(c = ۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s})$

۱) ۲ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۴ ۴) ۰/۰۰۴

رشته ریاضی

دکتر محمدرضا صفائی

فیزیک

1- **گزینه ۱ صحیح است.**

$\Delta x = v\Delta t$

$۱۲۰ = ۶۰t_۱ \Rightarrow t_۱ = ۲h$

مدت‌زمان ۲ ساعت طول می‌کشد که پرنده به ایستگاه قطار برسد، در این مدت قطار به اندازهٔ $d_۱$ به سمت ایستگاه در حرکت بوده است.

$d_۱ = ۴۰\times ۲ = ۸۰km$

فاصلهٔ قطار از ایستگاه در لحظهٔ $t_۱$: $L_۱ = ۱۲۰ - d_۱ = ۴۰km$

پرنده به سمت قطار حرکت می‌کند و پس از $t_۲$ به قطار می‌رسد:

$L_۱ = |\Delta x_{\text{قطار}}| + |\Delta x_{\text{پرنده}}| \Rightarrow ۴۰ = ۴۰t_۲ + ۶۰t_۲ = ۱۰۰t_۲$

$t_۲ = ۰/۴h$

در این مدت قطار به اندازهٔ $۴۰t_۲$ به ایستگاه نزدیک‌تر شده و فاصلهٔ قطار تا ایستگاه در این لحظه:

$L_۲ = L_۱ - ۴۰t_۲ = ۴۰ - ۴۰\times ۰/۴ \Rightarrow L_۲ = ۲۴km$

(فیزیک دوازدهم، صفحه‌های ۱۳ و ۱۴)

2- **گزینه ۲ صحیح است.**

$۰ < t < ۹ \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۲/۵ = \frac{\Delta x}{۹} \Rightarrow \Delta x = ۲۲/۵m$

اگر لحظه تغییر جهت را $t_۱$ فرض کنیم، داریم:

$۰ < t < t_۱ \Rightarrow \Delta x = ۳۰m$

$\Delta x = -\frac{۱}{۲}at^۲ + vt \Rightarrow ۳۰ = -\frac{۱}{۲}at_۱^۲$

$t_۱ < t < ۹ \Rightarrow \Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v.t$

$۲۲/۵ - ۳۰ = \frac{۱}{۲}a(۹ - t_۱)^۲$

به تقسیم این دو رابطه به هم داریم:

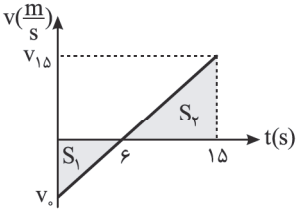
$\frac{۷/۵}{۳۰} = \frac{(۹ - t_۱)^۲}{t_۱^۲} \Rightarrow \frac{۹ - t_۱}{t_۱} = \frac{۱}{۲}$

$۱۸ - ۲t_۱ = t_۱ \Rightarrow t_۱ = ۶s$

پس مدت‌زمان حرکت کندشونده برابر با ۶ ثانیه است.

(فیزیک دوازدهم، صفحه‌های ۱۵ تا ۱۷)

3- **گزینه ۲ صحیح است.**



$$\frac{v_{15}}{15-6}=\frac{v_0}{6}\Rightarrow\frac{v_{15}}{v_0}=\frac{3}{2}$$

$$\frac{L}{\Delta t}-\frac{d}{\Delta t}=4\Rightarrow\frac{|S_1|+S_2}{15}-\frac{S_2-|S_1|}{15}=4\Rightarrow|S_1|=30m$$

$$\Rightarrow(|v_0|\times6)\div2=30\Rightarrow|v_0|=10$$

با توجه به نمودار: $v_0=-10\frac{m}{s}$

نسبت مساحت دو مثلث متشابه برابر با مربع نسبت ارتفاع‌هاست.

$$\frac{S_2}{|S_1|}=(\frac{v_{15}}{v_0})^2$$

$$\frac{S_2}{30}=(\frac{3}{2})^2\Rightarrow S_2=\frac{270}{4}=67/5m$$

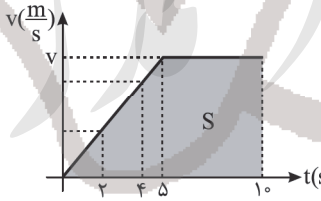
$$L=|S_1|+S_2=67/5+30=97/5m$$

(فیزیک دوازدهم، صفحه‌های ۱۵ تا ۲۱)

4- **گزینه ۳ صحیح است.**

اگر حداکثر سرعت متوسط را v فرض کنیم، داریم:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\quad\text{و}\quad a_{av}(2<t<4)=a_{av}(0<t<5)$$



$$\Rightarrow4=\frac{v-0}{5}\Rightarrow v=20\frac{m}{s}$$

$$L=\Delta x=S=(\frac{10+5}{2})\times20$$

$$=\frac{15}{2}\times20=150m$$

$$S_{av}=\frac{L}{\Delta t}=\frac{150}{10}=15\frac{m}{s}$$

(فیزیک دوازدهم، صفحه‌های ۱۵، ۱۹ تا ۲۰)

5- **گزینه ۲ صحیح است.**

مبدأ زمان و مکان را به‌ترتیب در لحظه‌ای که شخص در فاصلهٔ ۱۲/۵m از اتوبوس قرار دارد انتخاب می‌کنیم.

شخص $x_1=vt$

اتوبوس $x_2=\frac{1}{2}at^2+x_0=\frac{1}{2}t^2+12/5$

فاصلهٔ شخص تا اتوبوس: $d=x_2-x_1=\frac{1}{2}x^2+12/5-vt$

شرط رسیدن شخص به اتوبوس $d=0$ است:

$$\frac{1}{2}t^2-vt+12/5=0$$

شخص در صورتی می‌تواند به اتوبوس برسد که معادلهٔ فوق ریشهٔ حقیقی و مثبتی داشته باشد. بنابراین باید $\Delta\geq0$ باشد:

$$v^2-4(\frac{1}{2})(12/5)\geq0$$

$$v^2\geq25\Rightarrow v\geq5\frac{m}{s}$$

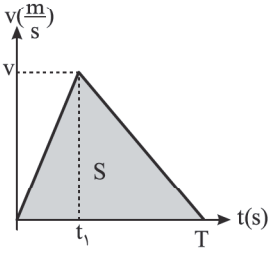
پس حداقل تندی شخص $5\frac{m}{s}$ باید باشد تا به اتوبوس برسد.

(فیزیک دوازدهم، صفحه‌های ۱۷ تا ۲۱)

6- **گزینه ۳ صحیح است.**

نمودار $(v-t)$ را رسم می‌کنیم.

سطح زیر این نمودار ۳۰m است.



t_1 لحظه‌ای است که حرکت با شتاب $|a_2|=1\frac{m}{s^2}$ کند می‌شود. جهت حرکت را $+x$ فرض می‌کنیم. $a_1=+2\frac{m}{s^2}$ و $a_2=-1\frac{m}{s^2}$ می‌شود.

$$0<t<t_1\Rightarrow v=at+v_0\Rightarrow v=a_1t_1\Rightarrow v=2t_1$$

$$t_1<t<T\Rightarrow v=a_2(T-t_1)=1(T-t_1)$$

$$\Rightarrow2t_1=T-t_1\Rightarrow t_1=\frac{T}{3}$$

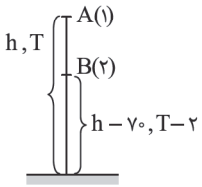
$$v=2\frac{T}{3}$$

$$S=\frac{\frac{2T}{3}\times T}{2}=\frac{1}{3}T^2\Rightarrow300=\frac{1}{3}T^2\Rightarrow900=T^2$$

$$\Rightarrow T=30s$$

(فیزیک دوازدهم، صفحه‌های ۱۸ تا ۲۱)

7- **گزینه ۲ صحیح است.**



اگر T مدت زمان حرکت (۱) باشد، برای آنکه جسم (۲) همزمان با (۱) به زمین برسد، چون ۲ ثانیه دیرتر شروع به حرکت کرده باید مدت زمان حرکتش $(T-2)$ ثانیه باشد:

$$\left.\begin{aligned}h&=\frac{1}{2}gT^2=5T^2\\h-70&=\frac{1}{2}g(T-2)^2=5(T-2)^2\end{aligned}\right\}\Rightarrow5T^2-70=5(T-2)^2$$

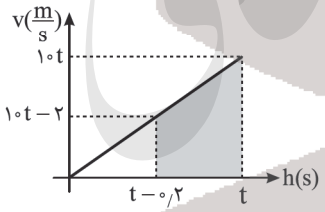
$$T^2-14=(T-2)^2\Rightarrow T^2-14=T^2-4T+4\Rightarrow4T=18$$

$$\Rightarrow T=4/5s$$

(فیزیک دوازدهم، صفحه‌های ۲۱ تا ۲۴)

8- **گزینه ۱ صحیح است.**

با استفاده از نمودار سرعت ـ زمان داریم:



$$\frac{(10t+10t-2)\times0/2}{2}=1/8$$

$$20t-2=18\Rightarrow t=1s$$

ارتفاع محل پرتاب مساحت کل مثلث است.

$$h=S=\frac{10t\times t}{2}=5t^2$$

$$=5\times1=5m$$

(فیزیک دوازدهم، صفحه‌های ۲۱ تا ۲۴)

9- **گزینه ۲ صحیح است.**

ابتدا معادلهٔ سهمی را می‌نویسیم:

$$P=at^2+bt+c$$

$$t=0,P=5\Rightarrow c=5\Rightarrow P=at^2+bt+5$$

رأس $t=-\frac{b}{2a}=0\Rightarrow b=0\Rightarrow P=at^2+5$

$$t=6,P=15\Rightarrow23=36a+5\Rightarrow a=\frac{1}{2}$$

بنابراین معادلهٔ سهمی به صورت $P=\frac{t^2}{2}+5$ است.

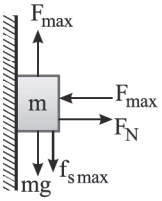
$$4<t<6\Rightarrow\begin{cases}t=4\Rightarrow P_1=8+5=13\\t=6\Rightarrow P_2=18+5=23\end{cases}$$

$$F_{av}=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{23-13}{2}=5N$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۴۶ و ۴۷)

10- گزینه ۲ صحیح است.

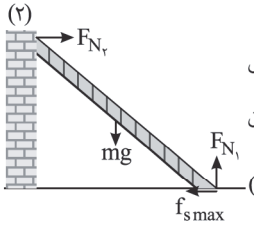
حداکثر F وقتی است که جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا باشد:



$$F_{max} - mg + f_{smax} - mg + \mu_s F_{max}$$
$$\Rightarrow F_{max} = \frac{mg}{1-\mu_s} = \frac{75}{1-0/25}$$
$$F_{max} = \frac{75}{0/75} = 100N$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۳۹ تا ۴۱)

11- گزینه ۲ صحیح است.



$F_{N_2} = f_{smax} = 210N$: در آستانهٔ لغزش
$F_{N_1} = mg$

R_1 : نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند.

$$R_1 = \sqrt{f_{smax}^2 + F_{N_1}^2} \Rightarrow 290 = \sqrt{210^2 + F_{N_1}^2} \Rightarrow F_{N_1}^2 = 290^2 - 210^2$$
$$\Rightarrow F_{N_1}^2 = (290-210)(290+210) = 80\times 500 = 40000$$
$$\Rightarrow F_{N_1} = 200N \Rightarrow mg = 200N \Rightarrow m = 20kg$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۴۵ و ۴۶)

12- گزینه ۴ صحیح است.

به وزنهٔ 3m تا قبل از بریده شدن نخ دو نیروی متوازن F_e کشسانی فنر (رو به بالا) و وزن رو به پایین اثر می‌کند:

$$+\uparrow F_e - 3mg = 0 \Rightarrow F_e = 3mg$$

و به وزنهٔ m سه نیروی کشش نخ T رو به بالا و کشسانی F_e و وزن رو به پایین وارد می‌شود:

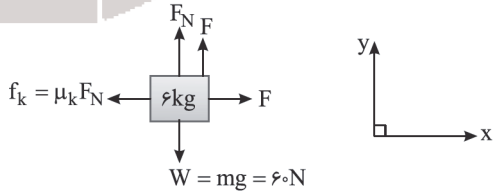
$$T - F_e - mg = 0$$

با بریده شدن نخ $T = 0$ شده و نیروی خالص $-F_e - mg$ به جسم شتاب a می‌دهد:

$$-F_e - mg = ma$$
$$-3mg - mg = ma \Rightarrow a = -4g \Rightarrow |a| = 40\frac{m}{s^2}$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۴۳ و ۴۴)

13- گزینه ۲ صحیح است.



$$F_{net_y} = 0 \Rightarrow F_N + F - 60 = 0 \Rightarrow F_N = 60 - F$$
$$F_{net_x} = ma \Rightarrow F - \mu_k F_N = ma \Rightarrow F - 0/5(60-F) = 6a$$
$$1/5F - 30 = 6a \quad (1)$$

در حالت دوم:

$$1/2F - 0/5(60 - 1/2F) = 6(a + 1/6)$$
$$1/8F - 30 = 6a + 9/6$$
$$1/8F - 39/6 = 6a \quad (2)$$
$$\xrightarrow{(1),(2)} 1/5F - 30 = 1/8F - 39/6 \Rightarrow 9/6 = 0/3F \Rightarrow F = 32N$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۴۳ تا ۴۵)

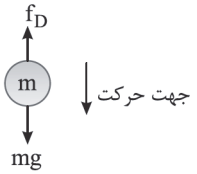
14- گزینه ۱ صحیح است.

نیروی مقاومت هوا متناسب با تندی است.

در لحظهٔ $t = 16s$ نیروی مقاومت هوا مقدار ثابت $750N$ شده است که نشان می‌دهد تندی سقوط چترباز ثابت شده است (تندی حد) پس در این لحظه نیروی مقاومت هوا با وزن چترباز متوازن است:

$$f_D = mg$$
$$750 = m\times 10 \Rightarrow m = 75kg$$

در لحظهٔ $t = 8s$ ، $f_D = 600N$ است. اگر جهت رو به پایین را مثبت در نظر می‌گیریم:



$$mg - f_D = ma$$
$$750 - 600 = 70a$$
$$a = 2\frac{m}{s^2}$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۳۶ و ۳۷)

15- گزینه ۴ صحیح است.

$$g_P = \frac{GM_P}{R^2} = \frac{G\bar{\rho}\times\frac{4}{3}\pi R^3}{R^2}$$ شتاب گرانشی در سطح سیاره

$$= (\frac{4}{3}\pi G)\bar{\rho}R$$

$J : Jupiter =$ مشتری $E : Earth =$ و زمین

$$\frac{g_J}{g_E} = \frac{\bar{\rho}_J}{\bar{\rho}_E}\times\frac{R_J}{R_E} \Rightarrow \frac{27/5}{10} = \frac{1}{4}\times\frac{R_J}{R_E} \Rightarrow \frac{R_J}{R_E} = 11$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحهٔ ۵۶)

16- گزینه ۴ صحیح است.

$$T \propto \sqrt{r^3} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \sqrt{(\frac{r_2}{r_1})^3} \Rightarrow 8 = \sqrt{(\frac{r_2}{r_1})^3} \Rightarrow r_2 = 4r_1$$
$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = (\frac{r_1}{r_2})^2 = (\frac{1}{4})^2 = \frac{1}{16}$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحهٔ ۵۶)

17- گزینه ۱ صحیح است.

$$f = 2Hz \Rightarrow T = \frac{1}{2}s$$
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{1}{2} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{1}{4} = 4\pi^2\times\frac{L}{g}$$
$$\frac{1}{4} = 4L \Rightarrow L = \frac{1}{16}m = \frac{100}{16}cm = 6/25cm$$

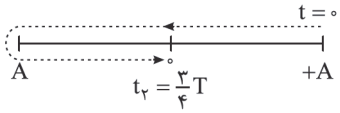
(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۶۲، ۶۷ و ۶۸)

18- گزینه ۱ صحیح است.

چون طول پاره‌خط طی‌شده 6cm است، پس دامنه 3cm است.

$$t = 0/15s = \frac{15}{100} = \frac{3}{20}s$$
$$f = 5Hz \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5}s$$
$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{3}{20}}{\frac{1}{5}} = \frac{15}{20} = \frac{3}{4} \Rightarrow t = 3(\frac{T}{4})$$

در مدت $3(\frac{T}{4})$ مسافت 3A طی می‌شود.



و ذره به مرکز نوسان می‌رسد: $(x = 0)$

$$\Delta x = x - x_0 \Rightarrow 0 - (+A) = -A$$
$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-A}{t_2 - 0} = \frac{-3}{\frac{3}{20} - 0} = -20\frac{cm}{s}$$
$$|v_{av}| = 20\frac{cm}{s}$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۶۲ تا ۶۴)

19- گزینه ۴ صحیح است.

$$x = A\cos(\frac{2\pi}{T}t) \Rightarrow -15 = 30\cos(\frac{2\pi}{T}\times 1) \Rightarrow -\frac{1}{2} = \cos(\frac{2\pi}{T})$$

با توجه به نمودار: $\frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow T = 3s$

$$|a_m| = A\omega^2 = A(\frac{2\pi}{T})^2 = \frac{3}{10}\times(\frac{4\pi^2}{9})$$

$$\pi = 3 \Rightarrow |a_m| = \frac{12}{10} = 1/2\,\frac{m}{s^2}$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۶۳ تا ۶۴)

20- گزینه ۲ صحیح است.

هر ذره روی نقش موج با گذشت زمان حرکت قبلی خود را تکرار می‌کند یا به عبارت دیگر برعکس جهت انتشار، روی نقش موج نوسان خواهد کرد.

پس جهت حرکت نوسانی هر دو نقطهٔ A و B رو به بالا (↑) خواهد بود. ذرهٔ A در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان و ذرهٔ B به سمت نقطهٔ بازگشت نزدیک می‌شود، پس حرکت A و B به‌ترتیب تندشونده و کندشونده است یا:

$$\left.\begin{matrix} y_A < 0 \Rightarrow a_A > 0 \\ v_A > 0\,(\uparrow) \end{matrix}\right\} \Rightarrow \text{حرکت A تندشونده}$$

$$\left.\begin{matrix} y_B > 0 \Rightarrow a_B < 0 \\ v_B > 0\,(\uparrow) \end{matrix}\right\} \Rightarrow \text{حرکت B کندشونده}$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحهٔ ۷۳)

21- گزینه ۱ صحیح است.

در فنر (a) موج طولی و در فنر (b) موج عرضی تولید می‌شود و تندی انتشار امواج طولی بیش از تندی انتشار موج عرضی در آن محیط است پس $v_a > v_b$

از رابطهٔ $\lambda = \frac{V}{f}$

$$\frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{V_a}{V_b}\times\frac{f_b}{f_a} = \frac{V_a}{V_b}\times 2$$

$$V_a > V_b \Rightarrow \lambda_a > 2\lambda_b$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۷۰ و ۷۱)

22- گزینه ۴ صحیح است.

فاصلهٔ دو گره متوالی $\frac{\lambda}{2}$ است:

$$\frac{\lambda}{2} = 20m$$

$$\lambda = 40m \Rightarrow \lambda = VT \Rightarrow 40 = 20T \Rightarrow T = 2s$$

$$t = 0/5 \Rightarrow \frac{t}{T} = \frac{1}{4}$$

در مدت $\frac{T}{4}$ نقاط M و N به اندازهٔ $\Delta x = v\frac{T}{4} = \frac{\lambda}{4}$ روی نقش موج و در خلاف جهت انتشار نوسان می‌کنند. از این رو موقعیت مکانی M و N به ترتیب $y_M = 0$ و $y_N = -A$ خواهد شد. بنابراین $v_M = -A\omega$ (چون M رو به پایین نوسان می‌کند) و $v_N = 0$ می‌شود.

نقطهٔ M به مرکز نوسان رسیده و سرعتش در جهت منفی به حداکثر می‌رسد و سرعت نقطهٔ N صفر می‌رسد.

$$v_M = -A\omega = -0/1\times\frac{2\pi}{T} = -\frac{\pi}{10}\,\frac{m}{s}\times 100 = -10\pi\,\frac{cm}{s} = -30\,\frac{cm}{s}$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۶۲، ۶۴ و ۷۰ تا ۷۳)

23- گزینه ۴ صحیح است.

طبق قانون دست راست، اگر ۴ انگشت دست راست در جهت $\vec{E}$ و انگشت شست در جهت انتشار موج الکترومغناطیسی باشد، جهت میدان مغناطیسی $(\vec{B})$ رو به بالا خواهد بود.

در ضمن دو میدان $\vec{B}$ و $\vec{E}$ همگام با هم صفر و بیشینه می‌شوند. پس در این لحظه B، حداکثر مقدار است.

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۷۴ و ۷۵)

24- گزینه ۱ صحیح است.

$$\beta = 10\log\frac{I}{I_0} \Rightarrow 67 = 10\log(\frac{I}{10^{-12}}) \Rightarrow 6/7 = \log\frac{I}{10^{-12}}$$

$$7 - 0/3 = \log\frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \log 10^7 - \log 2 = \log\frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow \log\frac{10^7}{2} = \log\frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = \frac{1}{2}\times 10^{-5} = 5\times 10^{-6}\,\frac{W}{m^2}$$

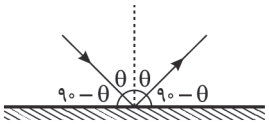
(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحهٔ ۷۳)

25- گزینه ۳ صحیح است.

با توجه به شکل رسم‌شده منبع به سمت راست در حال حرکت است و چون جبهه‌های موج در جلوی منبع روی هم قرار گرفته‌اند، سرعت صوت و منبع صوت یکسان است.

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحهٔ ۸۲)

26- گزینه ۴ صحیح است.



$$2\theta = 4(90 - \theta)$$

$$\theta = 2(90 - \theta) \Rightarrow \theta = 180 - 2\theta$$

$$\Rightarrow 3\theta = 180 \Rightarrow \theta = 60$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۹۰ تا ۹۴)

27- گزینه ۴ صحیح است.

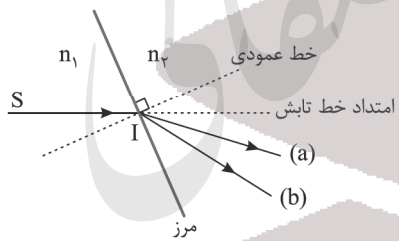
در حالت اول: $n + 1 = 5 \Rightarrow n_1 = 4$

در حالت دوم: $n + 1 = 3 \Rightarrow n_2 = 2$ $\Rightarrow f_{n_1} = f_{n_2}$

$$\frac{n_1 v_1}{2\ell_1} = \frac{n_2 v_2}{2\ell_2} \Rightarrow 4v_1 = 2v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{4}$$

(فیزیک دوازدهم، صفحه‌های ۱۰۶ و ۱۰۷)

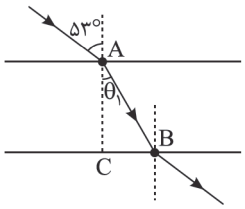
28- گزینه ۲ صحیح است.



چون پرتوهای شکست نسبت به پرتوهای تابش از خط عمود دور شده‌اند، پس $n_2 < n_1$ است و با توجه به اینکه شکست پرتو قرمز از آبی کمتر است گزینهٔ ۲ درست است.

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحهٔ ۱۰۰)

29- گزینه ۳ صحیح است.



$$\frac{\sin 53}{\sin\theta_1} = \frac{1/6}{1} \Rightarrow \theta_1 = 30$$

$$\sin\theta_1 = 0/5$$

در مثلث ABC داریم:

$$\cos\theta_1 = \frac{L}{AB} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{60\sqrt{3}}{AB}$$

$$\Rightarrow AB = 120cm = 1/2m$$

$$n = \frac{C}{V} \Rightarrow V = \frac{3\times 10^8}{1/6}$$

$$\Delta t = \frac{L}{V} = \frac{1/2}{\frac{3\times 10^8}{1/6}} = 0/4\times 1/6\times 10^{-8} = 64\times 10^{-10}s = 6/4ns$$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۹۶ تا ۹۸)

30- گزینه ۱ صحیح است.

انرژی فوتون $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$

$\frac{hc}{\lambda_B} = ۱/۲\frac{hc}{h_A} \Rightarrow \lambda_A = ۱/۲\lambda_B$ (۱)

$|\lambda_A - \lambda_B| = ۱۲۰nm \xrightarrow{\lambda_A > \lambda_B} \lambda_A - \lambda_B = ۱۲۰$ (۲)

$\xrightarrow{(۱),(۲)} ۱/۲\lambda_B - \lambda_B = ۱۲۰ \Rightarrow ۰/۲\lambda_B = ۱۲۰ \Rightarrow \lambda_B = ۶۰۰nm$

انرژی فوتون B : $E_B = \frac{hc}{\lambda_B} = \frac{۱۲۰۰}{۶۰۰nm} = \frac{۱۲۰۰}{۶۰۰} = ۲ev$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحهٔ ۱۱۷)

31- گزینه ۲ صحیح است.

$K_m = hf - W_۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_m^۲ = \frac{hc}{\lambda} - W_۰$

$\frac{۱}{۲}\times ۹\times ۱۰^{-۳۱}\times v_m^۲ = (\frac{۱۲۴۰}{۲۰۰} - ۴/۲)\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}$

برای تبدیل ev به ژول باید به جای e مقدار بار الکترون برحسب کولن را قرار دهیم.

$\frac{۱}{۲}\times ۹\times ۱۰^{-۳۱}\times v_m^۲ = ۱/۸\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}$

$۹\times ۱۰^{-۳۱}v_m^۲ = ۳۶\times ۱۶\times ۱۰^{-۲۱} \Rightarrow v_m^۲ = ۴\times ۱۶\times ۱۰^{۱۰}$

$\Rightarrow v_m = ۸\times ۱۰^۵ \frac{m}{s}$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۱۱۸ تا ۱۲۰)

32- گزینه ۳ صحیح است.

برای طول موج خط سوم براکت باید $n' = ۴$ و $n = ۷$ قرار دهیم.

$\frac{۱}{\lambda_۱} = n = ۷ \rightarrow n' = ۴$

برای بلندترین طول موج فرابنفش بالمر باید $n' = ۲$ و $n = ۷$ قرار دهیم:

$\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{\frac{۱}{\lambda_۲}}{\frac{۱}{\lambda_۱}} = \frac{R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۷^۲})}{R(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{۷^۲})} = \frac{\frac{۴۵}{۴\times ۴۹}}{\frac{۳۳}{۱۶\times ۴۹}} \Rightarrow \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{۱۶\times ۴۵}{۴\times ۳۳} = ۴\times \frac{۱۵}{۱۱} = \frac{۶۰}{۱۱}$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۱۲۳ و ۱۲۴)

33- گزینه ۴ صحیح است.

$N = \frac{N_۰}{۲^{\frac{t}{T}}}$, $N = N_۰ - ۰/۲N_۰ = ۰/۸N_۰$

$\frac{۸}{۱۰}N_۰ = \frac{N_۰}{۲^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow ۲^{\frac{t}{T}} = \frac{۱۰}{۸}$

$\frac{t}{T}\log ۲ = \log ۱۰ - \log ۸ = ۱ - \log ۲^۳ = ۱ - ۳\log ۲$

$\frac{t}{T}\times ۰/۳ = ۱ - ۳(۰/۳) \Rightarrow \frac{t}{T} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow T = ۳t = ۱۵$ سال

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۱۴۶ و ۱۴۷)

34- گزینه ۴ صحیح است.

$^{۲۳۵}_{۹۲}U \rightarrow ^{۲۰۷}_{۸۲}Pb + n_۱ {}^۴_۲\alpha + n_۲ {}^{۰}_{-۱}\beta^-$

تعداد ذرات α : $۲۳۵ = ۲۰۷ + ۴n_۱ + ۰ \Rightarrow n_۱ = ۷$

تعداد ذرات β^- : $۹۲ = ۸۲ + ۲n_۱ - n_۲ \Rightarrow ۹۲ = ۸۲ + ۲(۷) - n_۲ \Rightarrow n_۲ = ۴$

$n_۱ + n_۲ = ۷ + ۴ = ۱۱$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۴۵)

35- گزینه ۱ صحیح است.

$E = mc^۲ \Rightarrow ۵۰\times ۱۰^۶ \times ۳۶۰۰ = m\times ۹\times ۱۰^{۱۶}$

$m = \frac{۱۸\times ۱۰^{۱۰}}{۹\times ۱۰^{۱۶}} = ۲\times ۱۰^{-۶}kg = ۲mg$

(فیزیک دوازدهم ریاضی، صفحهٔ ۱۴۱)

(شیمی دوازدهم، صفحه‌های ۲۸ تا ۳۰)

1 – در کدام مورد، همهٔ کمیت‌ها، اصلی‌اند و یکای آن‌ها در SI به درستی بیان شده است؟

۱) بار الکتریکی (کولن)، جرم (کیلوگرم)، شدت روشنایی (کندلا)

۲) دما (درجهٔ سلسیوس)، طول (متر)، مقدار ماده (مول)

۳) زمان (ثانیه)، جریان الکتریکی (آمپر)، مقدار ماده (کیلوگرم)

۴) جریان الکتریکی (آمپر)، مقدار ماده (مول)، دما (کلوین)

2 – کدام‌یک از مقاومت‌های زیر در دزدگیرها استفاده می‌شود؟

۱) ترمیستور ۲) مقاومت نوری ۳) پتانسیومتر ۴) دیود نورگسیل

3 – در کدام موارد زیر، از امواج مکانیکی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود؟

الف) اندازه‌گیری تندی شارش خون

ب) دستگاه سونار

پ) اجاق خورشیدی

ت) رادار دوپلری

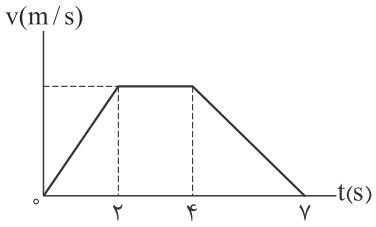
۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) پ و ب ۴) ب و ت

4 – متحرکی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، در لحظه‌های $t_1 = 3\,s$، $t_2 = 6\,s$ و $t_3 = 9\,s$ به ترتیب از مکان‌های $x_1 = 10\,m$، $x_2 = -12/5\,m$ و $x_3 = 10\,m$ عبور می‌کند. اندازهٔ سرعت متوسط این متحرک در پنج ثانیهٔ دوم حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱) $7/5$ ۲) $12/5$

۳) ۱۵ ۴) ۲۵

5 - نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، به شکل زیر است. اگر بزرگی شتاب متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_1 = 1\,s$ تا $t_2 = 6\,s$ برابر $0/4\,m/s^2$ باشد، تندی متوسط متحرک در ۲ ثانیهٔ اول، چند برابر تندی متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_3 = 3\,s$ تا $t_4 = 5\,s$ است؟

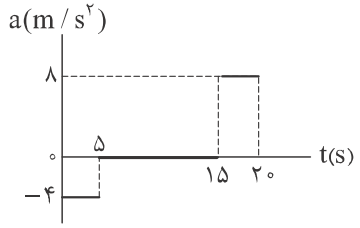


۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{5}{12}$

۳) $\frac{6}{11}$ ۴) $\frac{3}{5}$

محل انجام محاسبات

6- نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در مبدأ زمان، از مبدأ مکان و از حالت سکون شروع به حرکت کرده باشد، کدام‌یک از موارد زیر دربارهٔ حرکت این متحرک در ۲۰ ثانیهٔ اول درست است؟



الف) اندازهٔ جابه‌جایی متحرک ۳۰۰ m است.

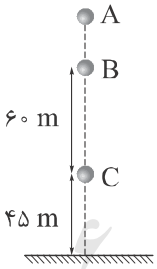
ب) اندازهٔ شتاب متوسط متحرک $1\ m/s^2$ است.

پ) جهت بردار سرعت متحرک یک بار عوض می‌شود.

ت) جهت بردار مکان متحرک یک بار عوض می‌شود.

۱) الف و پ ۲) الف و ت ۳) ب و پ ۴) ب و ت

7 – در شکل زیر، گلوله‌ای در شرایط خلأ از نقطهٔ A رها می‌شود و ۲ s طول می‌کشد تا فاصلهٔ دو نقطهٔ B و C را طی کند. تندی گلوله، ۳ ثانیه قبل از رسیدن به زمین چند متر بر ثانیه است؟ $(g = 10\ m/s^2)$



۱) ۳۰

۲) ۱۵

۳) ۲۰

۴) ۴۵

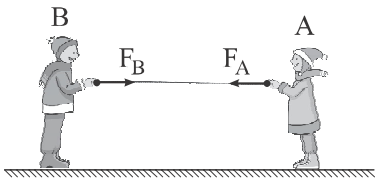
8 – نردبانی به جرم ۲۰ kg، به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه دارد. اگر اندازهٔ بیشترین نیرویی که این نردبان می‌تواند به سطح افقی وارد کند، برابر ۲۵۰ N باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و پایهٔ نردبان کدام است؟ $(g = 10\ N/kg)$

۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{3}{5}$ ۳) $\frac{4}{5}$ ۴) $\frac{5}{4}$

9 – ماهواره‌ای در ارتفاع ۸۰۰ کیلومتری از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. اگر این ماهواره به فاصلهٔ ۸۰۰۰ کیلومتری از مرکز زمین منتقل شود، اندازهٔ نیروی گرانشی‌ای که از طرف زمین به آن وارد می‌شود، چند درصد کاهش می‌یابد؟ $(R_e = 6400\ km)$

۱) ۱۰ ۲) ۱۹ ۳) ۳۶ ۴) ۹۰

10 – دو شخص هم‌جرم A و B دو سر طناب افقی با جرم ناچیز را گرفته و می‌کشند. در لحظه‌ای که هر دو شخص ساکن هستند، کدام مورد زیر درست است؟ (طناب افقی است.)



۱) نیروهای F_A و F_B کنش و واکنش‌اند.

۲) نیروهای F_A و F_B هم‌اندازه‌اند.

۳) واکنش نیروی F_A به شخص A وارد می‌شود.

۴) بزرگی نیروی کشش طناب برابر با $F_A + F_B$ است.

محل انجام محاسبات

11 – متحرکی روی محیط یک دایره به شعاع $4\ m$ با تندی ثابت در حال حرکت است. اگر اندازهٔ شتاب مرکزگرای متحرک $10\ m/s^2$ باشد، در هر ثانیه، اندازهٔ شتاب متوسط آن چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(\pi^2 = 10)$

۱) $\sqrt{10}$ ۲) $2\sqrt{5}$ ۳) $2\sqrt{10}$ ۴) $4\sqrt{5}$

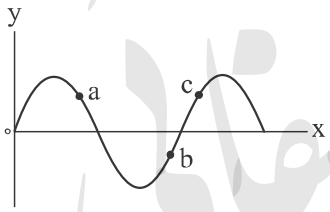
12 – جسمی به جرم $100\ g$ روی پاره‌خطی به طول $4\ cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ تکانهٔ نوسانگر در SI، $2\times10^{-3}\pi$ باشد، بسامد نوسانگر چند هرتز است؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

13 – مسافت طی‌شده توسط یک نوسانگر روی سطح افقی بدون اصطکاکی، در هر دورهٔ تناوب آن، برابر $20\ cm$ است. اگر تندی نوسانگر در نقطهٔ تعادل $\frac{\pi}{4}\ m/s$ باشد، در لحظه‌ای که فاصلهٔ نوسانگر از نقطهٔ تعادل $2\ cm$ است، بزرگی شتاب آن در SI کدام است؟

۱) $\frac{\pi^2}{2}$ ۲) π^2 ۳) $\frac{\pi^2}{4}$ ۴) $2\pi^2$

14 – نقش یک موج عرضی در یک لحظه، مطابق شکل زیر است. اگر در این لحظه، حرکت ذرهٔ a تندشونده باشد، کدام‌یک از موارد زیر دربارهٔ ذره‌های b و c در این لحظه درست هستند؟



الف) بردار شتاب ذرهٔ c در جهت محور y است.

ب) انرژی جنبشی ذرهٔ b در حال افزایش است.

پ) بزرگی تکانهٔ ذرهٔ c در حال کاهش است.

ت) بردار سرعت ذرهٔ b در خلاف جهت محور y است.

۱) الف و ب ۲) ب و پ ۳) پ و ت ۴) الف و ت

15 – شدت صوتی $4\sqrt{2}\times10^{-7}\ W/m^2$ است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ $(\log2=0/3$ و $I_0=10^{-6}\ \mu W/m^2)$

۱) ۱۴/۵ ۲) ۱۷/۵ ۳) ۵۴/۵ ۴) ۵۷/۵

16 – بسامد هماهنگ چهارم تاری به طول $50\ cm$ برابر $200\ Hz$ و نیروی کشش آن $60\ N$ است. اگر چگالی تار $8\ g/cm^3$ باشد، قطر مقطع آن چند میلی‌متر است؟ $(\pi = 3)$

۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۱

محل انجام محاسبات

رشته ریاضی

17 – اختلاف بسامد دومین و سومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشتهٔ معین $۶۷/۵\ THz$ است. این رشته کدام است؟ $(c = ۳\times ۱۰^{۸}\ m/s$ و $R = \frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱})$

۱) بالمر $(n' = ۲)$ ۲) پاشن $(n' = ۳)$ ۳) براکت $(n' = ۴)$ ۴) لیمان $(n' = ۱)$

18 – در اتم هیدروژن وقتی الکترون از kامین حالت برانگیخته به اولین حالت برانگیخته جهش می‌کند، فوتونی با بسامد $۷۱۴\ THz$ گسیل می‌شود. k کدام است؟ $(E_R = ۱۳/۶\ eV$ و $h = ۴\times ۱۰^{-۱۵}\ eV.s)$

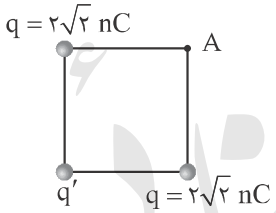
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

19 – در فرایند واپاشی مقابل، حاصل $N - N'$ کدام است؟

$$^{A}_{Z}X_N \rightarrow \alpha + ۳\beta^- + {}^{A'}_{Z'}Y_{N'}$$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

20 – بارهای الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع $۳۰\ cm$ قرار دارند. اگر بار q' را از شکل حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A، دو برابر می‌شود. بار q' برابر چند نانوکولن می‌تواند باشد؟ $(k = ۹\times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲})$

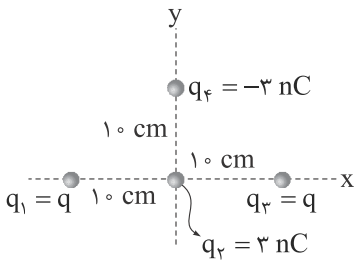


۱) ۸
۲) -۱۲
۳) ۱۶
۴) -۲۴

21 – در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره‌ای به جرم $۰/۱\ g$ و بار الکتریکی $-۲۵۰\ nC$ معلق و به حال سکون قرار دارد. میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و در چه جهتی است؟ $(g = ۱۰\ N/kg)$

۱) ۴×۱۰^{۳}، بالا ۲) ۴×۱۰^{۳}، پایین ۳) $۲/۵\times ۱۰^{۳}$، بالا ۴) $۲/۵\times ۱۰^{۳}$، پایین

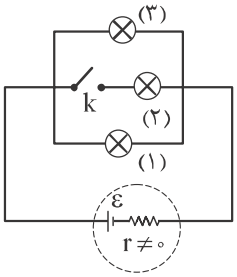
22 – چهار ذرهٔ باردار، مطابق شکل قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۴$ برابر $\vec{F}_T = (-۲/۷\ \mu N)\vec{j}$ باشد، q چند نانوکولن است؟ $(k = ۹\times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲})$



۱) $۲\sqrt{۲}$
۲) $-۲\sqrt{۲}$
۳) $۴\sqrt{۲}$
۴) $-۴\sqrt{۲}$

محل انجام محاسبات

23 – در مدار زیر، همهٔ لامپ‌ها مشابه‌اند. با بستن کلید، کدام موارد زیر درست است؟ (دمای لامپ‌ها ثابت است.)



الف) اختلاف پتانسیل دو سر باتری افزایش می‌یابد.

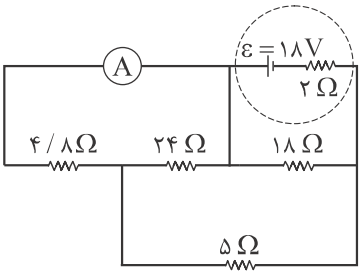
ب) اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های (۱) و (۳) کاهش می‌یابد.

پ) جریان عبوری از باتری کاهش می‌یابد.

ت) جریان عبوری از لامپ‌های (۱) و (۳) کاهش می‌یابد.

۱) الف و پ ۲) الف و ت ۳) ب و پ ۴) ب و ت

24 – در مدار زیر، آمپرسنج آرمانی، جریان چند آمپر را نشان می‌دهد؟



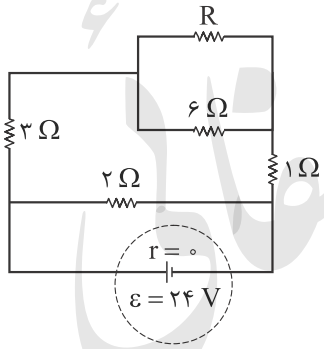
۱) ۱/۲۵

۲) ۱/۵

۳) ۱/۷۵

۴) ۲/۲۵

25 – در مدار زیر، اگر توانِ مصرفی مقاومت ۳اهمی، $\frac{۹}{۸}$ برابر توانِ مصرفی مقاومت ۶اهمی باشد، توانِ مصرفی کلِ مدار چند وات است؟



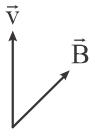
۱) ۲۸۸

۲) ۳۶۰

۳) ۳۲۰

۴) ۳۸۴

26 – پوزیترونی با سرعت $\vec{v}$ در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در حرکت است و $\vec{v}$ و $\vec{B}$ در همین صفحه قرار دارند. در لحظهٔ نشان داده‌شده، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر پوزیترون کدام است؟



۱) ⊗ ۲) ⊙

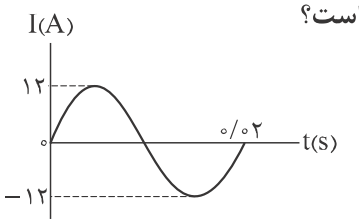
۳) → ۴) ←

27 – سیم‌لوله‌ای آرمانی به طول ۱۲ cm دارای ۳۰۰ حلقهٔ سیم نزدیک به هم است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه‌ای درون سیم‌لوله و دور از لبه‌های آن ۱۲ G باشد، جریان عبوری از سیم‌لوله چند میلی‌آمپر است؟ $(\mu_۰ = ۱۲\times ۱۰^{-۷}\ \frac{T.m}{A})$

۱) ۲۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۰۰

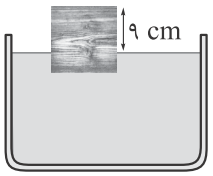
محل انجام محاسبات

28 - نمودار جریان ـ زمان یک جریان متناوب که از یک رسانا به مقاومت R عبور می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۲۰۰}\,s$ اختلاف پتانسیل دو سر این رسانا برابر $۳۰\,V$ باشد، R چند اهم است؟



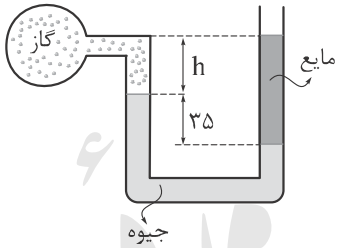
۱) ۱/۵
۲) ۰/۴
۳) $\frac{۲}{۳}$
۴) ۲/۵

29 - مطابق شکل، جسمی مکعبی به طول ضلع $۱۵\,cm$ روی سطح شاره‌ای شناور و در حال تعادل است. اگر فشار پیمانه‌ای در زیر جسم $۲/۷\,kPa$ باشد، چگالی مایع چند کیلوگرم بر لیتر است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$



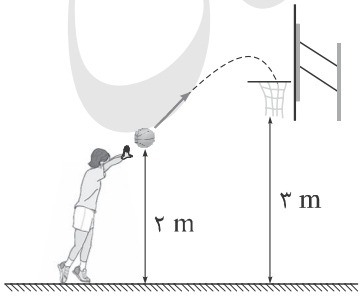
۱) ۳
۲) ۴/۵
۳) ۳۰۰۰
۴) ۴۵۰۰

30 - در شکل زیر، فشار پیمانه‌ای گاز $-۲۰\,cmHg$ است. h چند سانتی‌متر است؟
$(g = ۱۰\,m/s^۲$ و $\rho_{جیوه} = ۱۳/۶\,g/cm^۳$ و $\rho_{مایع} = ۳/۴\,g/cm^۳)$



۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۲۵
۴) ۳۰

31 - شکل زیر ورزشکاری را در حال پرتاب توپ بسکتبال، با تندی اولیهٔ $۸\,m/s$ به طرف سبد نشان می‌دهد. اگر تندی توپ هنگام رسیدن به دهانهٔ سبد $۲\,m/s$ باشد، چند درصد از انرژی جنبشی اولیهٔ توپ در اثر مقاومت هوا تلف شده است؟ $(g = ۱۰\,m/s^۲)$



۱) ۶/۲۵
۲) ۱۲/۵
۳) ۳۷/۵
۴) ۶۲/۵

32 - طول یک پل معلق فولادی در دمای $-۴۸\,^\circ F$ برابر $۱۲۰۰\,m$ است. اگر دمای پل به $۹۶\,^\circ F$ برسد، طول آن $۹۶\,cm$ تغییر می‌کند. ضریب انبساط طولی فولاد در SI کدام است؟

۱) $۱۰^{-۵}$
۲) $۱۰^{-۶}$
۳) ۲×۱۰^{-۵}
۴) ۲×۱۰^{-۶}

محل انجام محاسبات

33- چند کیلوژول گرما لازم است تا در فشار یک اتمسفر، نیمی از یک قطعه یخ ۲ کیلوگرمی با دمای $-۱۰\ ^\circ C$ ذوب شود؟ $(L_F = ۳۳۶\ kJ/kg$ و $c_{یخ} = \frac{۱}{۲}c_{آب} = ۲۱۰۰\ \frac{J}{kg.K})$

۱) ۳۵۷ ۲) ۳۷۸ ۳) ۳۹۹ ۴) ۴۲۰

#34- مقدار معینی گاز آرمانی در فشار $P_۱$ و دمای $T_۱$ دارای حجم $V_۱$ است. از سه مسیر جداگانهٔ هم‌فشار، هم‌دما و بی‌دررو، حجم گاز را ۲۰ درصد کاهش می‌دهیم. کدام موارد درست است؟

الف) گرمای مبادله‌شده توسط گاز در فرایند هم‌فشار بیشتر از سایر فرایندها است.

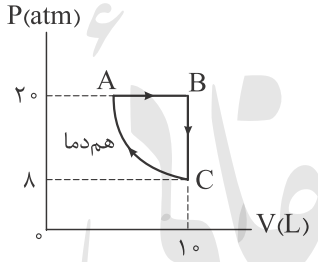
ب) گرمای مبادله‌شده توسط گاز در فرایند هم‌دما صفر است.

پ) انرژی درونی گاز فقط در فرایند بی‌دررو افزایش می‌یابد.

ت) انرژی درونی گاز در فرایند هم‌فشار کاهش می‌یابد.

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) ب و ت ۴) پ و ت

#35- مقداری گاز آرمانی، چرخه‌ای مطابق شکل زیر را می‌پیماید. در فرایند ABC، گاز چند کیلوژول گرما و چگونه مبادله کرده است؟



۱) ۱۲، دریافت کرده است.

۲) ۱۲، از دست داده است.

۳) ۶، دریافت کرده است.

۴) ۶، از دست داده است.

پاسخ تشریحی آزمون آزمایشی خیلی سبز

فیزیک

تست و پاسخ 1

در کدام مورد، همهٔ کمیت‌ها، اصلی‌اند و یکای آن‌ها در SI به درستی بیان شده است؟

۱) بار الکتریکی (کولن)، جرم (کیلوگرم)، شدت روشنایی (کندلا)

۲) دما (درجهٔ سلسیوس)، طول (متر)، مقدار ماده (مول)

۳) زمان (ثانیه)، جریان الکتریکی (آمپر)، مقدار ماده (کیلوگرم)

۴) جریان الکتریکی (آمپر)، مقدار ماده (مول)، دما (کلوین)

پاسخ: گزینه ۴

نکته دما با یکای کلوین (K) و مقدار ماده با یکای مول (mol) در SI، کمیت‌های اصلی هستند.

پاسخ تشریحی بررسی گزینه‌ها:

۱ نادرست. زیرا بار الکتریکی با یکای کولن در SI یک کمیت فرعی است.

۲ نادرست. زیرا یکای کمیت دما در SI، کلوین است.

۳ نادرست. زیرا یکای مقدار ماده در SI، مول است.

۴ درست

تست و پاسخ 2

کدام‌یک از مقاومت‌های زیر در دزدگیرها استفاده می‌شود؟

۱) ترمیستور ۲) مقاومت نوری

۳) پتانسیومتر ۴) دیود نورگسیل

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی از مقاومت‌های نوری (LDR) در دزدگیرها استفاده می‌شود.

تست و پاسخ 3

در کدام موارد زیر، از امواج مکانیکی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود؟

الف) اندازه‌گیری تندی شارش خون **ب) دستگاه سونار**

پ) اجاق خورشیدی **ت) رادار دوپلری**

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) پ و ب ۴) ب و ت

پاسخ: گزینه ۱

نکته در اندازه‌گیری تندی شارش خون، دستگاه سونار و رادار دوپلری از مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود، با این تفاوت که در اندازه‌گیری تندی شارش خون و سونار از امواج مکانیکی، ولی در رادار دوپلری از امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود.

پاسخ تشریحی برای اندازه‌گیری تندی شارش خون (الف) و در دستگاه سونار برای ردیابی اجسام زیر آب (ب) از مکان‌یابی پژواکی امواج مکانیکی استفاده می‌شود.

بررسی موارد «پ» و «ت»:

در اجاق خورشیدی از بازتاب **امواج الکترومغناطیسی** برای گرم‌کردن اجسام استفاده می‌شود و ربطی به مکان‌یابی پژواکی ندارد.

در رادار دوپلری از **امواج الکترومغناطیسی** برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

تست و پاسخ 4

متحرکی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، در لحظه‌های $t_1 = 3\,s$، $t_2 = 6\,s$ و $t_3 = 9\,s$ به ترتیب از مکان‌های $x_1 = 10\,m$، $x_2 = -12/5\,m$ و $x_3 = 10\,m$ عبور می‌کند. اندازهٔ سرعت متوسط این متحرک در پنج ثانیهٔ دوم حرکت چند متر بر ثانیه است؟

یعنی از لحظهٔ $t = 5\,s$ تا لحظهٔ $t = 10\,s$

۱) ۷/۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۲۵

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره در حل بسیاری از تست‌های حرکت‌شناسی، رسم نمودار سرعت ـ زمان، کمک بزرگی به ما می‌کند.

خودت حل کنی بهتره نمودار سرعت ـ زمان را برای این متحرک رسم کنید، سپس با تعیین سرعت اولیه و شتاب، سرعت لحظه‌ای در لحظه‌های $t = 5\,s$ و $t = 10\,s$ را به دست آورید و در پایان سرعت متوسط بین این دو لحظه را محاسبه کنید.

درس نامه ۱) در حرکت با شتاب ثابت، نمودار سرعت ـ زمان به صورت یک خط شیب‌دار است که شیب آن شتاب حرکت را نشان می‌دهد و سطح محصور بین این نمودار و محور زمان، بیانگر جابه‌جایی متحرک است.

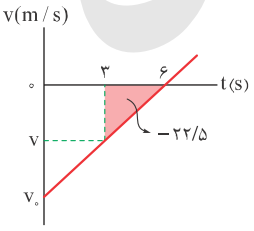
۲) معادلات حرکت با شتاب ثابت که در این‌جا به کار می‌روند:

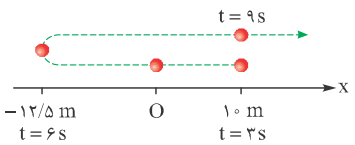
$v = at + v_0$ (سرعت اولیه (m/s)، زمان (s)، سرعت (m/s)، شتاب (m/s^2))

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (شتاب (m/s^2)، تغییر سرعت (m/s)، بازهٔ زمانی (s))

$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ (سرعت متوسط (m/s)، سرعت در لحظهٔ t_1، سرعت در لحظهٔ t_2)

پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به مسیر حرکت متحرک روی محور xها، سرعت آن در لحظهٔ $t = \frac{3+9}{2} = 6\,s$ باید صفر باشد. بر این اساس، نمودار سرعت ـ زمان را رسم می‌کنیم.





گام دوم: با استفاده از جابه‌جایی متحرک بین $t = 3\,s$ تا $t = 6\,s$ که برابر مساحت سطح زیر نمودار $v-t$ است، سرعت متحرک در لحظهٔ $t = 3\,s$ به دست می‌آید:

$$-22/5 = \frac{v \times 3}{2} \Rightarrow v = -15\,m/s$$

گام سوم: با نوشتن نسبت تشابه بین مثلث‌ها، سرعت اولیه محاسبه می‌شود.

$$\frac{6}{3} = \frac{v_0}{-15} \Rightarrow v_0 = -30\,m/s$$

گام چهارم: شیب خط نمودار سرعت ـ زمان را که همان شتاب حرکت است، به دست می‌آوریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-(-30)}{6-0} = 5\,m/s^2$$

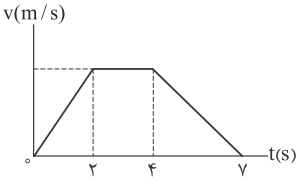
گام پنجم: با استفاده از معادلهٔ سرعت، سرعت لحظه‌ای متحرک را در لحظه‌های $t_1 = 5\,s$ و $t_2 = 10\,s$ به دست می‌آوریم و از روی آن، سرعت متوسط را حساب می‌کنیم:

$$v = at + v_0$$

$$\left.\begin{array}{l} v_1 = 5\times 5 + (-30) = -5\,m/s \\ v_2 = 5\times 10 + (-30) = 20\,m/s \end{array}\right\} \Rightarrow v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{-5+20}{2} = 7/5\,m/s$$

تست و پاسخ 5

نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، به شکل زیر است. اگر بزرگی شتاب متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_1 = 1\,s$ تا $t_2 = 6\,s$ برابر $0/4\,m/s^2$ باشد، تندی متوسط متحرک در ۲ ثانیهٔ اول، چند برابر تندی متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_3 = 3\,s$ تا $t_4 = 5\,s$ است؟



۱) $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{5}{12}$
۳) $\frac{6}{11}$
۴) $\frac{3}{5}$

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره اهمیت نمودار سرعت ـ زمان و ویژگی‌های آن در حرکت‌شناسی، قابل توجه است.

درس‌نامه

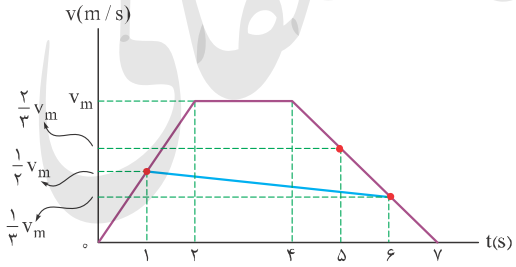
۱) تندی متوسط متحرک از رابطهٔ زیر به دست می‌آید و همواره مثبت است.

$$\text{تندی متوسط } (m/s) \leftarrow s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \quad \begin{matrix}\uparrow \text{مسافت}(m)\\ \downarrow \text{بازهٔ زمانی}(s)\end{matrix}$$

۲) وقتی علامت سرعت تغییر نمی‌کند، مسافت با جابه‌جایی برابر بوده و از سطح زیر نمودار $v-t$ به دست می‌آید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** سرعت متحرک را در لحظه‌های مطرح‌شده، روی نمودار سرعت ـ زمان مشخص می‌کنیم و بیشترین سرعت متحرک را v_m می‌نامیم.

با نوشتن نسبت تشابه، به راحتی معلوم می‌شود که در لحظهٔ $t = 1\,s$ سرعت متحرک $\frac{1}{2}v_m$، در لحظهٔ $t = 6\,s$ سرعت متحرک $\frac{1}{3}v_m$ و در لحظهٔ $t = 5\,s$ سرعت متحرک $\frac{2}{3}v_m$ است.

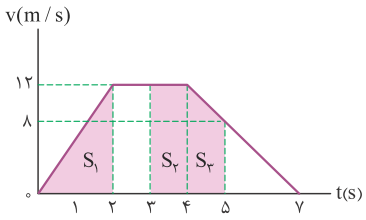


رابطهٔ شتاب متوسط بین $t = 1\,s$ تا $t = 6\,s$ را می‌نویسیم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{3}v_m - \frac{1}{2}v_m}{6-1} = \frac{-\frac{1}{6}v_m}{5} = -\frac{1}{30}v_m$$

$$|a_{av}| = 0/4\,m/s^2 \Rightarrow -0/4 = -\frac{1}{30}v_m \Rightarrow v_m = 12\,m/s$$

گام دوم: مساحت سطح زیر نمودار را در بازه‌های زمانی ۰ s تا ۲ s و ۳ s تا ۵ s به دست می‌آوریم؛ سپس نسبت تندی‌های متوسط را محاسبه می‌کنیم:



$$S_1 = \frac{12\times 2}{2} = 12\,m \qquad S_2 = 12\times 1 = 12\,m$$

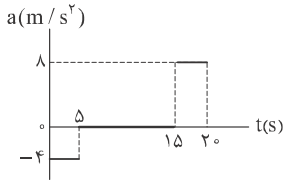
$$S_3 = \frac{(12+8)\times 1}{2} = 10\,m$$

$$\frac{s_{av}(2\,s \text{ تا } 0\,s)}{s_{av}(5\,s \text{ تا } 3\,s)} = \frac{\frac{S_1}{(2-0)}}{\frac{S_2+S_3}{(5-3)}} = \frac{\frac{12}{2}}{\frac{12+10}{2}} = \frac{6}{11}$$

تکنیک بدون نیاز به بزرگی شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $t = 3\,s$ تا $t = 5\,s$ و بدون محاسبهٔ اندازهٔ v_m، می‌توان نسبت تندی‌های خواسته‌شده را برحسب v_m نوشت و پس از ساده‌سازی، جواب را به دست آورد.

تست و پاسخ 6

نمودار شتاب ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در مبدأ زمان، از مبدأ مکان و از حال سکون شروع به حرکت کرده باشد، کدام‌یک از موارد زیر دربارهٔ حرکت این متحرک در ۲۰ ثانیهٔ اول درست است؟



الف) اندازهٔ جابه‌جایی متحرک ۳۰۰ m است.

ب) اندازهٔ شتاب متوسط متحرک $1\,m/s^2$ است.

پ) جهت بردار سرعت متحرک یک بار عوض می‌شود.

ت) جهت بردار مکان متحرک یک بار عوض می‌شود.

سرعت آن یک بار صفر می‌شود.

یک بار از مبدأ مکان می‌گذرد.

۱) الف و پ
۲) الف و ت
۳) ب و پ
۴) ب و ت

پاسخ: گزینه ۳

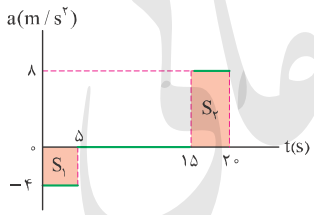
خودت حل کنی بهتره نمودار سرعت ـ زمان متحرک را رسم کنید و براساس آن هر یک از موارد (الف) تا (ت) را بررسی کنید.

درس نامه ۱) مساحت سطح زیر نمودار شتاب ـ زمان در هر بازهٔ زمانی، تغییر سرعت متحرک در آن بازهٔ زمانی را نشان می‌دهد.

۲) در حرکت روی محور x، در لحظه‌ای که جهت بردار سرعت عوض می‌شود، سرعت متحرک صفر می‌شود.

۳) در حرکت روی محور x، هرگاه متحرک از مبدأ مکان بگذرد، جهت بردار مکان آن عوض می‌شود.

پاسخ تشریحی **گام اول:** با استفاده از سطح زیر نمودار شتاب ـ زمان، تغییرات سرعت متحرک در بازه‌های زمانی دلخواه را به دست آورده و نمودار سرعت ـ زمان را رسم می‌کنیم:



$$S_1 = 5\times(-4) = -20\ m/s$$

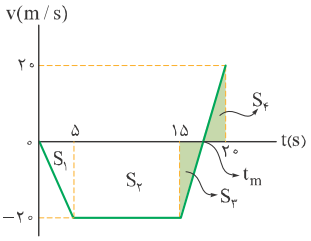
$$S_2 = 5\times 8 = 40\ m/s$$

$$t = 0\ s \Rightarrow v_0 = 0$$

$$t = 5\ s \Rightarrow v = 0 + (-20) = -20\ m/s$$

$$t = 15\ s \Rightarrow v = -20 + 0 = -20\ m/s$$

$$t = 20\ s \Rightarrow v = -20 + 40 = 20\ m/s$$



با توجه به تقارن مثلث‌های هاشورخوردهٔ S_3 و S_4 در طرفین t_m، می‌توان نوشت:

$$t_m = \frac{15+20}{2} = 17/5\ s$$

گام دوم: عبارت‌های داده‌شده را بررسی می‌کنیم:

الف) نادرست است. مساحت سطح زیر نمودار $v-t$، جابه‌جایی متحرک را نشان می‌دهد:

$$\Delta x = S_1 + S_2 + \cancel{S_3} + \cancel{S_4} = \frac{-20\times 5}{2} + 10\times(-20) = -50 - 200 = -250\ m$$

ب) درست است.

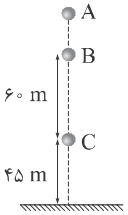
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20-0}{20-0} = 1\ m/s^2$$

پ) درست است. در لحظهٔ $t_m = 17/5\ s$ سرعت متحرک صفر شده و جهت آن از سوی منفی به مثبت تغییر می‌کند.

ت) نادرست است. متحرک در این بازهٔ زمانی پس از شروع حرکت، هیچ‌گاه جابه‌جایی صفر پیدا نکرده و به مبدأ مکان بازنگشته است.

تست و پاسخ 7

در شکل زیر، گلوله‌ای در شرایط خلأ از نقطهٔ A رها می‌شود و ۲ s طول می‌کشد تا فاصلهٔ دو نقطهٔ B و C را طی کند. تندی گلوله، ۳ ثانیه قبل از رسیدن به زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($g = ۱۰\ m/s^۲$)



۱) ۳۰ ۲) ۱۵

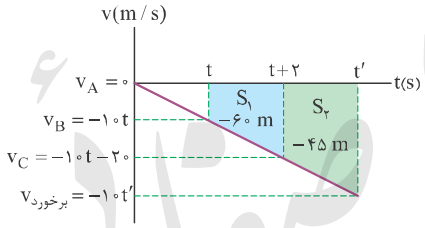
۳) ۲۰ ۴) ۴۵

پاسخ: گزینه ۳

خودت حل کنی بهتره با توجه به اطلاعات سؤال، نمودار $v-t$ متحرک را رسم کرده و به کمک مساحت محصور بین نمودار $v-t$ و محور t و ویژگی‌های حرکت شتابدار سقوط آزاد، تندی متحرک در ۳ ثانیهٔ قبل از برخورد را به دست آورید.

درس‌نامه با توجه به این‌که سقوط آزاد یک حرکت شتاب ثابت با شتاب $-g$ است، به ازای هر ثانیه، سرعت متحرک، به اندازهٔ $۱۰\ m/s$ در جهت منفی افزایش می‌یابد (یعنی t ثانیه پس از رهاشدن سرعت متحرک برابر با $v=-۱۰t$ است).

پاسخ تشریحی روش اول: با توجه به اطلاعات مسئله نمودار $v-t$ را رسم می‌کنیم:



$$\begin{cases} v_A = ۰ \\ a = -g = -۱۰\ m/s^۲ \\ d_{BC} = -۶۰\ m \end{cases}$$

$$\Delta x_۱ = S_۱ \Rightarrow -۶۰ = \frac{(-۱۰t + (-۱۰t-۲۰))\times ۲}{۲} \Rightarrow t = ۲\ s \Rightarrow \begin{cases} v_B = -۲۰\ m/s \\ v_C = -۴۰\ m/s \end{cases} \Rightarrow \Delta x_۲ = S_۲$$

$$\Rightarrow -۴۵ = \frac{(-۴۰ + (-۱۰t'))(t'-۴)}{۲}$$

$$\Rightarrow -۹۰ = -۱۰t'^۲ + ۱۶۰ \Rightarrow ۱۰t'^۲ = ۲۵۰ \Rightarrow t' = ۵\ s \Rightarrow v_{برخورد} = -۱۰(۵) = -۵۰\ m/s$$

در نهایت درمی‌یابیم ۳ ثانیه قبل از رسیدن گلوله به زمین همان لحظهٔ $t = ۵-۳ = ۲\ s$ است (تندی گلوله در نقطهٔ B).

$$\Rightarrow v_B = -۲۰\ m/s \Rightarrow |v_B| = ۲۰\ m/s$$

روش دوم: با توجه به این‌که سقوط آزاد یک حرکت شتاب ثابت است؛ داریم:

$$\Delta y_{BC} = \left(\frac{v_B + v_C}{۲}\right)\Delta t \Rightarrow -۶۰ = \left(\frac{v_B + v_C}{۲}\right)۲ \Rightarrow v_B + v_C = -۶۰ \quad (I)$$

$$v = at + v_۰ \xrightarrow[t=۲\ s,\ g=۱۰\ m/s^۲]{v_C = -gt + v_B} v_C = v_B - ۲۰ \xrightarrow{(I)} v_B + v_B - ۲۰ = -۶۰ \Rightarrow ۲v_B = -۴۰ \Rightarrow v_B = -۲۰\ m/s$$

حال با داشتن v_B و جابه‌جایی متحرک از نقطهٔ B تا لحظهٔ برخورد، تندی متحرک در لحظهٔ برخورد را به دست می‌آوریم:

$$\Delta y = -\frac{۱}{۲}g(\Delta t)^۲ + v_۰(\Delta t) \xrightarrow[g=۱۰\ m/s^۲,\ \Delta y=-۱۰۵\ m]{v_۰ = v_B = -۲۰\ m/s} -۱۰۵ = -۵(\Delta t)^۲ - ۲۰\Delta t \Rightarrow \Delta t = ۳\ s$$

تکنیک در سقوط آزاد اجسام، بدون سرعت اولیه، مسافت‌های طی‌شده در ثانیه‌های متوالی به ترتیب ۵m، ۱۵m، ۲۵m، ۳۵m، ۴۵m و... است؛ پس ۳ ثانیهٔ قبل از رسیدن به زمین، گلوله در نقطهٔ B و $t = ۲\ s$ است. $v = -gt \xrightarrow[g=۱۰]{t=۲\ s} v_B = -۲۰\ m/s \Rightarrow |v_B| = ۲۰\ m/s$

بنابراین اختلاف زمانی نقطهٔ B با لحظهٔ برخورد $(\Delta t = ۳\ s)$ است، پس ۳ ثانیه قبل از برخورد همان نقطهٔ B است؛ یعنی تندی متحرک در ۳ ثانیهٔ قبل از برخورد به زمین همان تندی متحرک در لحظهٔ B، $|v_B| = ۲۰\ m/s$ است.

تست و پاسخ 8

نردبانی به جرم ۲۰ kg، به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه دارد. اگر اندازهٔ بیشترین نیرویی که این نردبان می‌تواند به سطح افقی وارد کند، برابر ۲۵۰ N باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و پایهٔ نردبان کدام است؟ $(g = 10\ N/kg)$

به اندازهٔ نیروی سطح (R)

۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{3}{5}$ ۳) $\frac{4}{5}$ ۴) $\frac{5}{4}$

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره در حل سؤال‌های دینامیک، نیروی سطح را با نیروی عمودی سطح اشتباه نگیرید.

خودت حل کنی بهتره نیروهای وارد بر نردبان را روی شکل نشان دهید و با استفاده از تعادل نردبان، $f_{s,max}$ و μ_s را به دست آورید.

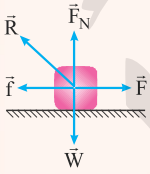
درس نامه ۱) نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت، بیشینهٔ نیروی اصطکاکی است که در حال سکون بر جسم اثر می‌کند.

نیروی عمودی سطح (N)

$f_{s,max} = \mu_s F_N$ ← نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت (N)

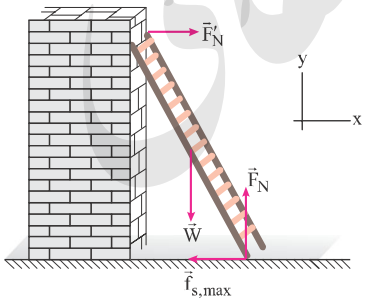
ضریب اصطکاک ایستایی

۲) از طرف سطح تماس، در حالت کلی دو نیروی $\vec{F}_N$ (نیروی عمودی سطح) و $\vec{f}$ (نیروی اصطکاک) بر جسم اثر می‌کنند. این دو نیرو بر هم عمود بوده و برایند آن‌ها، نیروی سطح بر جسم نام دارد که آن را با $\vec{R}$ نشان می‌دهیم.



$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** نیروهای وارد بر نردبان را روی شکل نشان می‌دهیم. با توجه به ساکن‌بودن نردبان، در هر دو راستای افقی و قائم نیروی خالص وارد بر آن، صفر است.



$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_N - W = 0 \Rightarrow F_N = W = mg = 20 \times 10 = 200\ N$$

گام دوم: نیروی $\vec{R}$ از طرف سطح افقی بر پایهٔ نردبان وارد می‌شود. بیشترین مقدار این نیرو، زمانی است که نردبان در آستانهٔ حرکت باشد:

$$R_{max} = \sqrt{F_N^2 + f_{s,max}^2} \Rightarrow 250 = \sqrt{200^2 + f_{s,max}^2} \Rightarrow (5\times50)^2 = (4\times50)^2 + f_{s,max}^2$$

با توجه به رابطهٔ $(5k)^2 = (4k)^2 + (3k)^2$، می‌توان نوشت:

$$f_{s,max} = 3 \times 50 = 150\ N$$

گام سوم: رابطهٔ نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت را می‌نویسیم و ضریب اصطکاک ایستایی را به دست می‌آوریم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow[F_N = 200\ N]{f_{s,max} = 150\ N} \mu_s = \frac{150}{200} = \frac{3}{4}$$

تست و پاسخ 9

ماهواره‌ای در ارتفاع ۸۰۰ کیلومتری از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. اگر این ماهواره به فاصلهٔ ۸۰۰۰ کیلومتری از مرکز زمین منتقل شود، اندازهٔ نیروی گرانشی‌ای که از طرف زمین به آن وارد می‌شود، چند درصد کاهش می‌یابد؟ $(R_e = 6400\ km)$

h

$r = R_e + h$

۱) ۱۰ ۲) ۱۹ ۳) ۳۶ ۴) ۹۰

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی آزمون آزمایشی خیلی سبز

فیزیک

مشاوره در حل تست‌های مربوط به ماهواره، توجه داشته باشید که فاصلهٔ ماهواره تا سطح زمین با فاصلهٔ آن تا مرکز زمین را اشتباه نگیرید.

خودت حل کنی بهتره رابطهٔ شتاب گرانشی با فاصلهٔ ماهواره از مرکز زمین در دو حالت را نسبت به هم بنویسید و از آن‌جا تغییر نیروی گرانشی را به دست آورید.

درس نامه اگر به مقدار قابل ملاحظه‌ای از سطح کرهٔ زمین فاصله بگیریم، مقدار g به طور محسوسی کاهش می‌یابد. به طوری که شتاب گرانش در اطراف کرهٔ زمین، با مربع فاصله از مرکز زمین، نسبت وارون دارد.

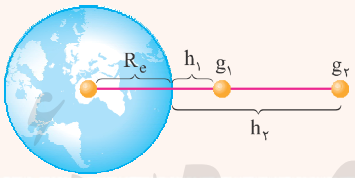
g_1 = شتاب گرانش در فاصلهٔ r_1 از مرکز زمین

g_2 = شتاب گرانش در فاصلهٔ r_2 از مرکز زمین

$$\frac{g_2}{g_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2$$

فاصله از مرکز زمین ← $r = R_e + h$ ← فاصله از سطح زمین

شعاع زمین



$$r_1 = R_e + h_1 \quad , \quad r_2 = R_e + h_2$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** نسبت شتاب گرانشی در دو حالت را می‌نویسیم:

$$\frac{g_2}{g_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2 \xrightarrow[r_2=8000\,km]{r_1=R_e+h_1,\,R_e=6400\,km,\,h_1=800\,km} \frac{g_2}{g_1}=(\frac{6400+800}{8000})^2=(\frac{7200}{8000})^2 \Rightarrow \frac{g_2}{g_1}=(\frac{9}{10})^2=0/81$$

گام دوم: تغییر نیروی گرانشی را برحسب درصد محاسبه می‌کنیم:

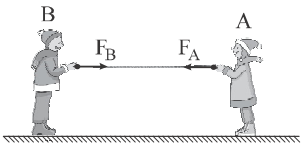
$$\frac{mg_2-mg_1}{mg_1}\times 100=\frac{g_2-g_1}{g_1}\times 100=\frac{0/81g_1-g_1}{g_1}\times 100=\%-19$$

علامت منفی، نشان‌دهندهٔ کاهش نیروی گرانشی است.

توجه اندازهٔ جرم جسم در این‌جا بی‌تأثیر است.

تست و پاسخ 10

دو شخص هم‌جرم A و B دو سر طناب افقی با جرم ناچیز را گرفته و می‌کشند. در لحظه‌ای که هر دو شخص ساکن هستند، کدام مورد زیر درست است؟ (طناب افقی است.)



۱) نیروهای F_A و F_B کنش و واکنش‌اند.

۲) نیروهای F_A و F_B هم‌اندازه‌اند.

۳) واکنش نیروی F_A به شخص A وارد می‌شود.

۴) بزرگی نیروی کشش طناب، برابر با $F_A + F_B$ است.

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی F_A نیرویی است که طناب به شخص A وارد می‌کند و F_B نیرویی است که طناب به شخص B وارد می‌کند. پس این دو نیرو کنش و واکنش نیستند (رد ۱)، واکنش نیروی F_A به طناب وارد می‌شود (رد ۳). هم‌چنین چون طناب در حال تعادل است، پس $F_A = F_B$ است (درستی ۲) و بزرگی نیروی کشش طناب برابر با F_A (یا F_B) است (رد ۴)؛ به عبارت دیگر طناب به عنوان رابط بین دو شخص عمل می‌کند و هر دو شخص را با بزرگی نیروی یکسان می‌کشد.

رشته ریاضی
آزمون هجدهم آنلاین
دکتر محمدرضا ضیائی

تست و پاسخ 11

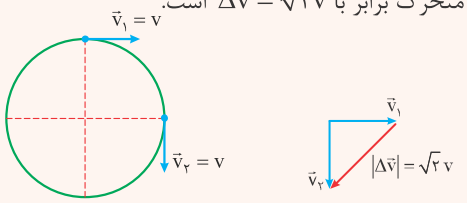
متحرکی روی محیط یک دایره به شعاع ۴ m با تندی ثابت در حال حرکت است. اگر اندازهٔ شتاب مرکزگرای متحرک ۱۰ m/s^2 باشد، در هر ثانیه، اندازهٔ شتاب متوسط آن چند متر بر مربع ثانیه است؟ ($\pi^2 = 10$)

۱) $\sqrt{10}$ ۲) $2\sqrt{5}$ ۳) $2\sqrt{10}$ ۴) $4\sqrt{5}$

پاسخ: گزینه ۴

خودت حل کنی بهتره ابتدا تندی متحرک و دورهٔ تناوب حرکت دایره‌ای یکنواخت را به دست آورید، سپس از روی نسبت مدت‌زمان به دورهٔ تناوب، تغییر سرعت متحرک و در نهایت شتاب متوسط را به دست آورید.

درس نامه در حرکت دایره‌ای یکنواخت، در مدت زمان $\frac{T}{4}$، اندازهٔ تغییر سرعت متحرک برابر با $\Delta v = \sqrt{2}v$ است.

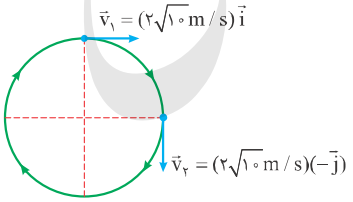


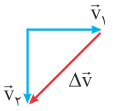
پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا با توجه به رابطهٔ $a_c = \frac{v^2}{r}$ و $T = \frac{2\pi r}{v}$، تندی متحرک و دورهٔ تناوب را به دست می‌آوریم:

$$a_c = \frac{v^2}{r} \xrightarrow[r=4\,m]{a_c=10\,m/s^2} 10 = \frac{v^2}{4} \Rightarrow v^2 = 40 \Rightarrow v = 2\sqrt{10}\ m/s$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} \xrightarrow[v=2\sqrt{10}\,m/s]{r=4\,m,\ \pi=\sqrt{10}} T = \frac{2\sqrt{10}\times 4}{2\sqrt{10}} = 4\ s$$

گام دوم: با توجه به این‌که در مدت‌زمان $1\,s\ (\frac{T}{4})$، یک‌چهارم محیط دایره پیموده می‌شود؛ داریم:





$$\Rightarrow \Delta v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \Rightarrow \Delta v = \sqrt{2}\times 2\sqrt{10} = 4\sqrt{5}\ m/s$$

گام سوم: حال با داشتن Δv و Δt، شتاب متوسط را به دست می‌آوریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=1\,s]{\Delta v=4\sqrt{5}\,m/s} a_{av} = \frac{4\sqrt{5}}{1} = 4\sqrt{5}\ m/s^2$$

تست و پاسخ 12

جسمی به جرم ۱۰۰ g روی پاره‌خطی به طول ۴ cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ تکانهٔ نوسانگر در SI، $2\times10^{-3}\pi$ باشد، بسامد نوسانگر چند هرتز است؟

$A = 2\ cm$

۱) ۲ ۲) ۱

۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره این تست به صورت ترکیبی، بین دو مبحث دینامیک و نوسان است.

خودت حل کنی بهتره ابتدا با استفاده از رابطهٔ تکانه، بیشینهٔ سرعت نوسانگر را به دست آورید، سپس بسامد زاویه‌ای و از روی آن بسامد را حساب کنید.

پاسخ تشریحی آزمون آزمایشی خیلی سبز

فیزیک

درس‌نامه ۱) حاصل‌ضرب جرم جسم در سرعت آن را تکانهٔ جسم می‌نامیم.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

(تکانه: $\frac{kg.m}{s}$) ← $\vec{p} = m\vec{v}$ ← (جرم: kg)، (سرعت: m/s)

۲) اندازهٔ بیشینهٔ سرعت نوسانگر از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$v_{max} = A\omega$$

(بیشینهٔ سرعت: m/s) ← $v_{max} = A\omega$ ← (دامنه: m)، (بسامد زاویه‌ای: rad/s)

۳) رابطهٔ بسامد زاویه‌ای و بسامد نوسانگر به صورت مقابل است:

$$\omega = 2\pi f$$

(بسامد: Hz)

پاسخ تشریحی **گام اول:** رابطهٔ اندازهٔ تکانه و اندازهٔ سرعت را می‌نویسیم. توجه داشته باشید که وقتی اندازهٔ تکانه، بیشینه باشد، اندازهٔ سرعت نیز بیشینه است:

$$m = 100\,g = 10^{-1}\,kg$$

$$p_{max} = mv_{max} \Rightarrow 2\times10^{-3}\pi = 10^{-1}\times v_{max} \Rightarrow v_{max} = 2\times10^{-2}\pi\,(m/s)$$

گام دوم: رابطهٔ بیشینهٔ سرعت نوسانگر را می‌نویسیم و از آن‌جا بسامد زاویه‌ای و بسامد نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{\omega=2\pi f} v_{max} = A(2\pi f) \xrightarrow[A=\frac{4}{2}=2\,cm=2\times10^{-2}\,m]{v_{max}=2\times10^{-2}\pi\,(m/s)} 2\times10^{-2}\pi = 2\times10^{-2}(2\pi f) \Rightarrow f = 0/5\,Hz$$

تست و پاسخ 13

مسافت طی‌شده توسط یک نوسانگر روی سطح افقی بدون اصطکاکی، در هر دورهٔ تناوب آن، برابر ۲۰ cm است. اگر تندی نوسانگر در نقطهٔ تعادل $\frac{\pi}{4}$ m/s باشد، در لحظه‌ای که فاصلهٔ نوسانگر از نقطهٔ تعادل ۲ cm است، بزرگی شتاب آن در SI کدام است؟

۱) $\frac{\pi^2}{2}$ ۲) π^2 ۳) $\frac{\pi^2}{4}$ ۴) $2\pi^2$

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره گرچه در مبحث نوسان، تعداد روابط نسبتاً زیاد است، اما برای داشتن سرعت عمل کافی در حل تست‌ها، سعی کنید تا حد امکان آن‌ها را به خاطر بسپارید.

خودت حل کنی بهتره ابتدا دامنه و بسامد زاویه‌ای نوسان را حساب کنید، سپس رابطهٔ شتاب برحسب مکان نوسانگر را بنویسید تا بزرگی شتاب را به دست آورید.

درس‌نامه ۱) در هر دورهٔ تناوب، مسافت طی‌شده، ۴ برابر دامنهٔ نوسان است.

۲) رابطهٔ شتاب نوسانگر برحسب مکان آن به صورت مقابل است:

$$a = -\omega^2 x$$

(شتاب: m/s^2) ← $a = -\omega^2 x$ ← (مکان نوسانگر: m)، (بسامد زاویه‌ای: rad/s)

پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به قسمت (۱) درس‌نامه، دامنهٔ نوسان را به دست می‌آوریم:

$$\ell = 4A \Rightarrow 20 = 4A \Rightarrow A = 5\,cm = 5\times10^{-2}\,m$$

گام دوم: تندی نوسانگر هنگام عبور از نقطهٔ تعادل، تندی بیشینه است و به صورت زیر به دست می‌آید:

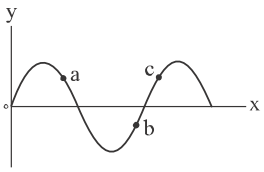
$$v_{max} = A\omega \Rightarrow \frac{\pi}{4} = 5\times10^{-2}\omega \Rightarrow \omega = \frac{100\pi}{20} = 5\pi\,rad/s$$

گام سوم: رابطهٔ اندازهٔ شتاب نوسانگر برحسب مکان آن را می‌نویسیم:

$$a = -\omega^2 x \Rightarrow |a| = \omega^2 x \xrightarrow[x=2\times10^{-2}\,m]{\omega=5\pi\,rad/s} |a| = (5\pi)^2\times2\times10^{-2} = 25\pi^2\times2\times10^{-2} = \frac{\pi^2}{2}\,m/s^2$$

تست و پاسخ 14

نقش یک موج عرضی در یک لحظه، مطابق شکل زیر است. اگر در این لحظه، حرکت ذرهٔ a تندشونده باشد، کدام‌یک از موارد زیر دربارهٔ ذره‌های b و c در این لحظه درست هستند؟



ذرهٔ a رو به پایین حرکت می‌کند.

الف) بردار شتاب ذرهٔ c در جهت محور y است.

ب) انرژی جنبشی ذرهٔ b در حال افزایش است.

پ) بزرگی تکانهٔ ذرهٔ c در حال کاهش است.

ت) بردار سرعت ذرهٔ b در خلاف جهت محور y است.

۱) الف و ب ۲) ب و پ ۳) پ و ت ۴) الف و ت

پاسخ: گزینه ۲

خودت حل کنی بهتره ابتدا جهت انتشار موج و جهت حرکت ذره‌های b و c را مشخص کنید، سپس درستی عبارت‌ها را بررسی کنید.

درس نامه

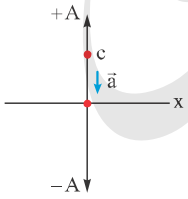
۱) در یک حرکت هماهنگ ساده، جهت شتاب همیشه به طرف مرکز نوسان است. هم‌چنین وقتی نوسانگر به طرف مرکز نوسان می‌رود حرکت آن تندشونده است و اگر از مرکز نوسان دور شود حرکت کندشونده دارد.

۲) هرگاه جهت انتشار موج عرضی به سمت چپ باشد، یعنی آشفتگی‌ها از راست به چپ منتقل می‌شوند و هر ذره از محیط می‌خواهد حرکت ذرهٔ سمت راست خود را تکرار کند. (به طور متناظر این نکته را در مورد انتشار موج عرضی به سمت راست نیز می‌توان به کار برد.)

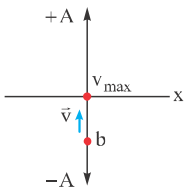
پاسخ تشریحی **گام اول:** در لحظهٔ نشان داده‌شده، ذرهٔ a حرکت تندشونده دارد، پس رو به پایین یعنی مرکز نوسان خود حرکت می‌کند؛ در نتیجه جهت انتشار موج عرضی به طرف چپ است.

اکنون عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

الف) نادرست. با توجه به نکتهٔ ۱ درس‌نامه، باید بردار شتاب ذرهٔ c رو به پایین یعنی در خلاف جهت محور y باشد.



ب) درست. با توجه به درس‌نامه، ذرهٔ b رو به مرکز نوسان خود حرکت می‌کند؛ پس تندی و انرژی جنبشی آن در حال افزایش است.



$$\uparrow K = \frac{1}{2} m \uparrow v^2$$

پ) درست. ذرهٔ c رو به بالا یعنی به سمت نقطهٔ بازگشت خود حرکت می‌کند؛ پس تندی و تکانهٔ آن رو به کاهش است.

$$\downarrow p = mv \downarrow$$

ت) نادرست. ذرهٔ b رو به بالا در حال حرکت است؛ یعنی در جهت محور y؛ پس سرعت آن نیز در جهت محور y است.

تست و پاسخ 15

شدت صوتی $4\sqrt{2}\times10^{-7}\ W/m^2$ است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ $(I_0 = 10^{-6}\ \mu W/m^2 \text{ و } \log 2 = 0/3)$

۱) ۱۴/۵ ۲) ۱۷/۵ ۳) ۵۴/۵ ۴) ۵۷/۵

پاسخ: گزینه ۴

خودت حل کنی بهتره فقط کافی است رابطهٔ تراز شدت صوت را بنویسید و با کمی تسلط به محاسبات لگاریتمی، به جواب برسید.

درس‌نامه رابطهٔ تراز شدت صوت به صورت زیر است:

$\beta = 10\log(\frac{I}{I_0})$ $\beta =$ تراز شدت صوت (dB)

$I =$ شدت صوت مورد نظر (W/m^2) $I_0 =$ شدت مرجع یا آستانهٔ شنوایی $= 10^{-12}\ (W/m^2) = 10^{-6}\ \mu W/m^2$

پاسخ تشریحی با معلوم‌بودن I و I_0 در رابطهٔ تراز شدت صوت، عددگذاری می‌کنیم:

$$\beta = 10\log(\frac{I}{I_0}) = 10\log(\frac{4\sqrt{2}\times10^{-7}}{10^{-12}}) = 10\log(4\sqrt{2}\times10^5)$$

$$\Rightarrow \beta = 10(\log 4 + \log\sqrt{2} + \log 10^5) = 10(\log 2^2 + \log 2^{\frac{1}{2}} + 5)$$

$$\Rightarrow \beta = 10(2\times0/3 + \frac{1}{2}\times0/3 + 5) = 10(0/6 + 0/15 + 5) = 57/5\ dB$$

تست و پاسخ 16

بسامد هماهنگ چهارم تاری به طول 50 cm برابر 200 Hz و نیروی کشش آن 60 N است. اگر چگالی تار $8\ g/cm^3$ باشد، قطر مقطع آن چند میلی‌متر است؟ $(\pi = 3)$

۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینه ۳

خودت حل کنی بهتره ابتدا به کمک رابطهٔ بسامد هماهنگ nام، تندی انتشار موج را به دست آورید، سپس قطر مقطع تار را از روی تندی انتشار به دست آورید.

درس‌نامه برای محاسبهٔ تندی انتشار موج عرضی در یک تار با قطر مقطع D تحت کشش نیروی F، از رابطهٔ $v = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$ استفاده می‌کنیم که در آن ρ چگالی تار است.

پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به رابطهٔ بسامد هماهنگ nام با تندی انتشار موج و طول تار، تندی انتشار موج را به دست می‌آوریم:

$$f_n = \frac{nv}{2L} \xrightarrow[L=50\ cm,\ n=4]{f_4=200\ Hz} 200 = \frac{4\times v}{2\times0/5} \Rightarrow 200 = 4v \Rightarrow v = 50\ m/s$$

گام دوم: به کمک رابطهٔ تندی انتشار موج عرضی در تار تحت کشش، قطر مقطع تار را به دست می‌آوریم:

$$v = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \xrightarrow[\rho=8\ g/cm^3=8000\ kg/m^3]{v=50\ m/s,\ F=60\ N} 50 = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{60}{8000\times3}} \Rightarrow 50 = \frac{2}{20D} \Rightarrow D = 2\times10^{-3}\ m \Rightarrow D = 2\ mm$$

تست و پاسخ 17

اختلاف بسامد دومین و سومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشتهٔ معین 67/5 THz است. این رشته کدام است؟
$(R = \frac{1}{100}\ (nm)^{-1},\ c = 3\times10^8\ m/s)$

۱) بالمر $(n' = 2)$ ۲) پاشن $(n' = 3)$ ۳) براکت $(n' = 4)$ ۴) لیمان $(n' = 1)$

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره در سؤالاتی که در خط طیف اتم هیدروژن مقادیر n و n' هم‌زمان مجهول است، ممکن است محاسبات پیچیده باشد و سؤال زمان زیادی را از ما بطلبد. توصیه می‌شود این نوع سؤال‌ها را در اولویت‌های بعدی برای حل قرار دهید. این سؤال الهام‌گرفته‌شده از کنکور فیزیک رشتهٔ تجربی در دی‌ماه ۱۴۰۱ است.

درس‌نامه اگر الکترون اتم هیدروژن از مدار n به مدار n' برود، فوتونی تابش می‌کند که طول موج آن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}) \quad , \quad n>n'$$

به R ثابت ریدبرگ گفته می‌شود که برابر با $\frac{E_R}{hc}$ است و تقریباً برابر $0/01(nm)^{-1}$ است.

پاسخ تشریحی **گام اول:** طول موج حاصل از انتقال الکترون از دومین و سومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشتهٔ مشخص (n') را به کمک معادلهٔ ریدبرگ می‌نویسیم:

$$\frac{1}{\lambda_2}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+2)^2})$$

$$\frac{1}{\lambda_3}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+3)^2})$$

گام دوم: طبق رابطهٔ $f=\frac{c}{\lambda}$، بسامدهای مورد نظر را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{aligned} f_2=\frac{c}{\lambda_2}=cR(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+2)^2}) \\ f_3=\frac{c}{\lambda_3}=cR(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+3)^2}) \end{aligned}\right\} \Rightarrow f_3-f_2=cR(\frac{1}{(n'+2)^2}-\frac{1}{(n'+3)^2})$$

گام سوم: در این‌جا اختلاف بسامد دومین و سومین خط طیف اتم هیدروژن، $67/5\ THz$ است؛ بنابراین داریم:

$$67/5\times10^{12}=3\times10^8\times\frac{1}{100\times10^{-9}}(\frac{1}{(n'+2)^2}-\frac{1}{(n'+3)^2}) \Rightarrow \frac{67/5}{3\times10^3}=(\frac{1}{(n'+2)^2}-\frac{1}{(n'+3)^2})$$

$$\Rightarrow \frac{9}{400}=\frac{1}{(n'+2)^2}-\frac{1}{(n'+3)^2} \Rightarrow \frac{9}{400}=\frac{(2n'+5)}{((n'+2)(n'+3))^2}$$

با چک‌کردن گزینه‌ها، $n'=2$ پاسخ معادلهٔ بالا است که مربوط به رشتهٔ بالمر است.

تست و پاسخ 18

در اتم هیدروژن وقتی الکترون از kامین حالت برانگیخته به اولین حالت برانگیخته جهش می‌کند، فوتونی با بسامد ۷۱۴ THz گسیل می‌شود. k کدام است؟ $(E_R=13/6\ eV$ و $h=4\times10^{-15}\ eV.s)$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی **گام اول:** $n=2$ مربوط به اولین حالت برانگیخته و $n=k+1$ مربوط به kامین حالت برانگیختگی است. انرژی الکترون در این مدارها برابر است با:

$$E_n=-\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow E_2=-\frac{13/6}{4} \quad و \quad E_{(k+1)}=\frac{-13/6}{(k+1)^2}$$

گام دوم: در اثر جهش الکترون از مدار بالاتر به مدار پایین‌تر، فوتونی گسیل می‌شود که انرژی آن برابر اختلاف انرژی بین این دو مدار مانا است.

$$E_{(k+1)}-E_2=hf \Rightarrow (\frac{-13/6}{(k+1)^2})-(\frac{-13/6}{4})=4\times10^{-15}\times714\times10^{12} \Rightarrow 13/6(\frac{-1}{(k+1)^2}+\frac{1}{4})=4\times714\times10^{-3}$$

$$\Rightarrow \frac{-1}{(k+1)^2}+\frac{1}{4}=\frac{21}{100} \Rightarrow \frac{-1}{(k+1)^2}=\frac{-1}{25} \Rightarrow k+1=5 \Rightarrow k=4$$

تست و پاسخ 19

در فرایند واپاشی مقابل، حاصل $N-N'$ کدام است؟

$$^{A}_{Z}X_N \rightarrow \alpha+3\beta^-+{}^{A'}_{Z'}Y_{N'}$$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به تساوی عدد جرمی و عدد اتمی در دو طرف واکنش می‌توانیم بنویسیم (توجه کنید که α با بار مثبت همان هستهٔ هلیم یعنی ${}^{4}_{2}He$ و β^- همان الکترون یعنی ${}^{0}_{-1}e^-$ است):

$${}^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{4}_{2}He + 3{}^{0}_{-1}e^- + {}^{A'}_{Z'}Y_{N'}$$

موازنهٔ عدد جرمی: $A = 4 + 3(0) + A' \Rightarrow A - A' = 4$

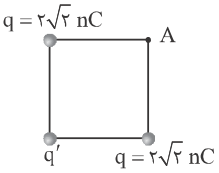
موازنهٔ عدد اتمی: $Z = 2 + 3(-1) + Z' \Rightarrow Z' - Z = 1$

گام دوم: تعداد نوترون‌های هستهٔ یک اتم با استفاده از اختلاف عدد جرمی و عدد اتمی آن به دست می‌آید؛ پس داریم:

$$\begin{cases} N = A - Z \\ N' = A' - Z' \end{cases} \Rightarrow N - N' = (A - Z) - (A' - Z') \Rightarrow N - N' = A - A' + Z' - Z \xrightarrow[Z'-Z=1]{A-A'=4} N - N' = 4 + 1 = 5$$

تست و پاسخ 20

بارهای الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع ۳۰ cm قرار دارند. اگر بار q' را از شکل حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A، دو برابر می‌شود. بار q' برابر چند نانوکولن می‌تواند باشد؟ $\left(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\right)$



۱) ۸

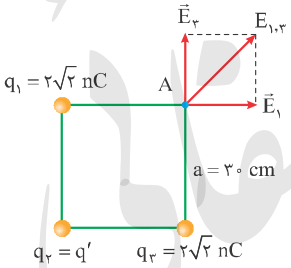
۲) -۱۲

۳) ۱۶

۴) -۲۴

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی **گام اول:** میدان الکتریکی برایند، ناشی از بارهای q_1 و q_3 در نقطهٔ A را به دست می‌آوریم. در شکل مقابل جهت این میدان مشخص شده است.



$$E_1 = E_3 = \frac{k|q|}{a^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\sqrt{2}\times10^{-9}}{(0/3)^2} = 200\sqrt{2}\ N/C$$

$$E_{1,3} = E_1\sqrt{2} = 200\sqrt{2}\times\sqrt{2} = 400\ N/C$$

گام دوم: میدان الکتریکی ناشی از بار $q_2 = q'$ را در نقطهٔ A به دست می‌آوریم:

$$E_2 = \frac{k|q'|}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{9\times10^9\times|q'|\times10^{-9}}{(0/3\sqrt{2})^2} = 50|q'|\ N/C$$

توجه کنید که بار q' را برحسب نانوکولن در رابطه قرار دادیم.

گام سوم: بزرگی میدان الکتریکی با حذف بار q' در نقطهٔ A دو برابر می‌شود؛ بنابراین داریم:

$$\frac{\vec{E}_{1,3}}{\vec{E}_{1,3}+\vec{E}_2} = \pm2 \Rightarrow \begin{cases} \frac{\vec{E}_{1,3}}{\vec{E}_{1,3}+\vec{E}_2} = +2 \Rightarrow \vec{E}_2 = -\frac{\vec{E}_{1,3}}{2} \Rightarrow 50q' = -200 \Rightarrow q' = -4\ nC \\ \frac{\vec{E}_{1,3}}{\vec{E}_{1,3}+\vec{E}_2} = -2 \Rightarrow \vec{E}_2 = -\frac{3}{2}\vec{E}_{1,3} \Rightarrow 50q' = -600 \Rightarrow q' = -12\ nC \end{cases}$$

بنابراین بار q' می‌تواند $-4\ nC$ یا $-12\ nC$ باشد.

تست و پاسخ 21

در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره‌ای به جرم ۰/۱ g و بار الکتریکی $-250\ nC$ معلق و به حال سکون قرار دارد. میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و در چه جهتی است؟ $(g = 10\ N/kg)$

۱) 4×10^3، بالا

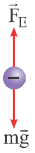
۲) 4×10^3، پایین

۳) $2/5\times10^3$، بالا

۴) $2/5\times10^3$، پایین

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی **گام اول:** برای این‌که ذره به صورت معلق و به حال سکون باقی بماند، باید نیروی ناشی از میدان الکتریکی و نیروی وزن برابر باشند. در شکل مقابل جهت این نیروها مشخص شده است.



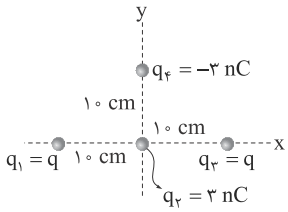
$$F_E = mg \Rightarrow E|q| = mg \Rightarrow E \times ۲۵۰ \times ۱۰^{-۹} = ۰/۱ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ \Rightarrow E = ۴ \times ۱۰^{۳}\ N/C$$

گام دوم: جهت نیروی الکتریکی وارد بر ذرهٔ باردار با بار منفی، ناشی از میدان الکتریکی، خلاف جهت خطوط میدان است؛ بنابراین میدان الکتریکی باید رو به پایین باشد.

تست و پاسخ 22

چهار ذرهٔ باردار، مطابق شکل قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۴$ برابر $\vec{F}_T = (-۲/۷\ \mu N)\vec{j}$ باشد، q چند نانوکولن است؟

$$(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲})$$



۱) $۲\sqrt{۲}$
۲) $-۲\sqrt{۲}$
۳) $۴\sqrt{۲}$
۴) $-۴\sqrt{۲}$

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی **گام اول:** نیروی الکتریکی ناشی از بار $q_۲$ بر بار $q_۴$ را به دست می‌آوریم:

$$F_{۲۴} = \frac{k|q_۲||q_۴|}{r^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۳ \times ۱۰^{-۹} \times ۳ \times ۱۰^{-۹}}{(۰/۱)^۲} = \frac{۸۱ \times ۱۰^{-۹}}{۱۰^{-۲}} = ۸۱ \times ۱۰^{-۷}\ N = ۸/۱\ \mu N$$

جهت نیروی وارد بر بار $q_۴$ رو به پایین است؛ بنابراین $\vec{F}_{۲۴} = (-۸/۱\ \mu N)\vec{j}$ است.

گام دوم: بار $q_۱$ و $q_۳$ هم‌اندازه و در یک فاصلهٔ یکسان از بار $q_۴$ قرار دارند؛ بنابراین اندازهٔ نیروهای آن‌ها به بار $q_۴$ برابر است و داریم:

$$F_{۱۴} = F_{۳۴} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۳ \times ۱۰^{-۹} \times |q| \times ۱۰^{-۹}}{(۰/۱\sqrt{۲})^۲} = \frac{۲۷|q| \times ۱۰^{-۹}}{۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۱/۳۵|q|\ \mu N$$

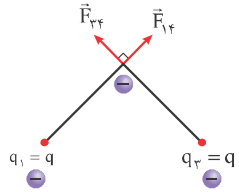
حواستون باشه بار q را برحسب نانوکولن در محاسبات قرار دادیم و در نهایت هم نیروها را برحسب میکرونیوتون به دست آوردیم.

گام سوم: جهت نیروهای وارد بر بار $q_۴$ ناشی از بارهای $q_۱$ و $q_۳$ را مشخص می‌کنیم:

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{۲۴} + (\vec{F}_{۱۴} + \vec{F}_{۳۴}) \Rightarrow -۲/۷\vec{j} = -۸/۱\vec{j} + (\vec{F}_{۱۴} + \vec{F}_{۳۴}) \Rightarrow \vec{F}_{۱۴} + \vec{F}_{۳۴} = ۵/۴\ \vec{j}\ (\mu N)$$

بنابراین باید برایند نیروهای ناشی از بارهای $q_۱$ و $q_۳$ به بار $q_۴$ رو به بالا باشد.

گام چهارم: در شکل روبه‌رو جهت نیروهای وارد بر بار $q_۴$ ناشی از بارهای $q_۱$ و $q_۳$ مشخص شده است که برایند این دو نیرو باید $۵/۴\ \mu N$ و رو به بالا باشد. نیروی بین $q_۴$ و $q_۳$ یا $q_۴$ و $q_۱$ دافعه است؛ پس بار q باید منفی باشد.



$$|\vec{F}_{۳۴} + \vec{F}_{۱۴}| = \sqrt{۲}F_{۱۴} = \sqrt{۲}(۱/۳۵|q|)\ \mu N \Rightarrow \sqrt{۲} \times ۱/۳۵|q| = ۵/۴$$

$$\Rightarrow |q| = ۲\sqrt{۲}\ nC \Rightarrow q = -۲\sqrt{۲}\ nC$$

تست و پاسخ 23

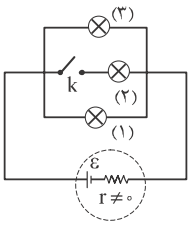
در مدار زیر، همهٔ لامپ‌ها مشابه‌اند. با بستن کلید، کدام موارد زیر درست است؟ (دمای لامپ‌ها ثابت است.)

الف) اختلاف پتانسیل دو سر باتری افزایش می‌یابد.

ب) اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های (۱) و (۳) کاهش می‌یابد.

پ) جریان عبوری از باتری کاهش می‌یابد.

ت) جریان عبوری از لامپ‌های (۱) و (۳) کاهش می‌یابد.



۱) الف و پ
۲) الف و ت
۳) ب و پ
۴) ب و ت

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی **گام اول:** با بستن کلید k، یک مقاومت به صورت موازی به مدار اضافه می‌شود؛ بنابراین مقاومت معادل کاهش می‌یابد.

گام دوم: طبق رابطهٔ $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$، با کاهش مقاومت معادل، جریان خروجی از باتری افزایش می‌یابد. (نادرستی مورد پ)

گام سوم: طبق رابطهٔ $V_{\text{باتری}}=\varepsilon-Ir$، با افزایش جریان خروجی باتری، اختلاف پتانسیل دو سر باتری کاهش می‌یابد. (نادرستی مورد الف)

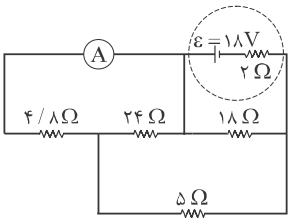
گام چهارم: اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های (۱) و (۳) برابر با اختلاف پتانسیل دو سر باتری است؛ بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های (۱) و (۳) کاهش می‌یابد.

$$V_1=V_3=V_{\text{باتری}} \Rightarrow R_1I_1=R_3I_3=V_{\text{باتری}}$$

با توجه به ثابت‌بودن مقاومت‌های (۱) و (۳)، جریان عبوری از آن‌ها نیز کاهش می‌یابد.

تست و پاسخ 24

در مدار زیر، آمپرسنج آرمانی، جریان چند آمپر را نشان می‌دهد؟

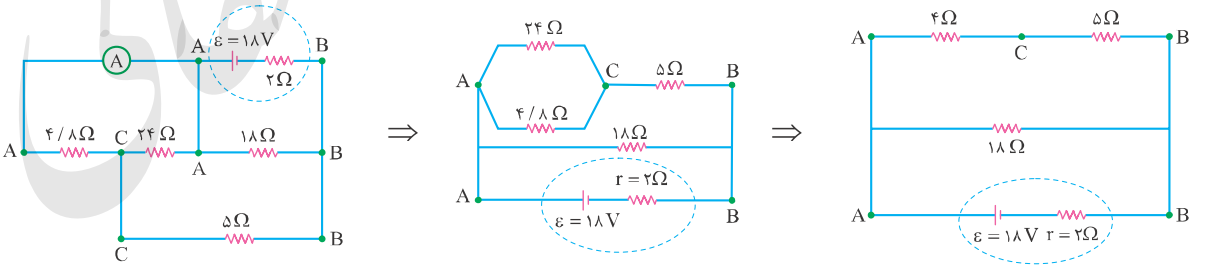


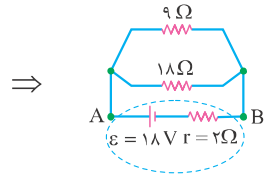
۱) ۱/۲۵
۲) ۱/۵
۳) ۱/۷۵
۴) ۲/۲۵

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره یکی از پارامترهای مهم در جلسهٔ کنکور، مدیریت زمان است؛ به همین دلیل توصیه می‌شود سؤالات تحلیل مدار را که وقت‌گیر هستند، در اولویت‌های بعدی حل سؤال قرار دهید.

پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا نقاط هم‌پتانسیل را نام‌گذاری می‌کنیم و مدار را به صورت ساده‌تر درمی‌آوریم:



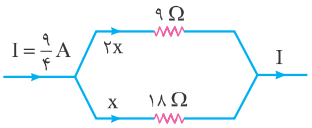


$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{۹\times۱۸}{۹+۱۸}=۶\,\Omega$$

گام دوم: جریان خروجی از باتری را به دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۱۸}{۶+۲}=\frac{۱۸}{۸}=\frac{۹}{۴}\,A$$

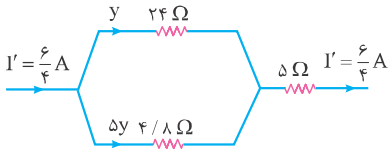
گام سوم: جریان I را بین شاخه‌های بالا و پایین تقسیم می‌کنیم:



$$\Rightarrow ۳x=\frac{۹}{۴} \Rightarrow x=\frac{۳}{۴}\,A$$

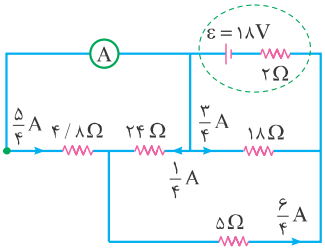
بنابراین جریان عبوری از مقاومت ۱۸ Ω، برابر $\frac{۳}{۴}$ A و جریان عبوری از شاخهٔ بالایی که ۹ Ω است، برابر $\frac{۶}{۴}$ A است.

گام چهارم: جریان عبوری از شاخهٔ بالایی را بین مقاومت‌ها تقسیم می‌کنیم:



$$y+۵y=\frac{۶}{۴} \Rightarrow ۶y=\frac{۶}{۴} \Rightarrow y=\frac{۱}{۴}\,A$$

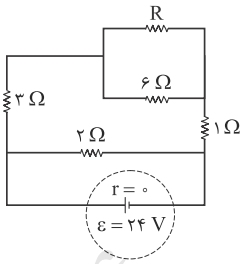
گام پنجم: جریان‌های به‌دست‌آمده را در مدار رسم می‌کنیم، با توجه به این‌که جریانی که از آمپرسنج می‌گذرد، همان جریانی است که از مقاومت ۸ / ۴اهمی عبور می‌کند، داریم:



$$I_A = \frac{5}{4}A = 1/25A$$

تست و پاسخ 25

در مدار زیر، اگر توانِ مصرفی مقاومت ۳اهمی، $\frac{9}{8}$ برابر توانِ مصرفی مقاومت ۶اهمی باشد، توانِ مصرفی کلِ مدار چند وات است؟



۱) ۲۸۸

۲) ۳۶۰

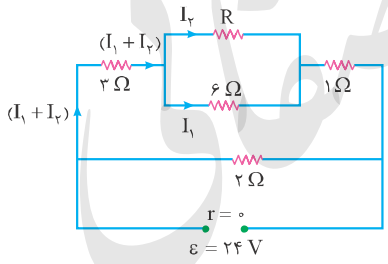
۳) ۳۲۰

۴) ۳۸۴

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی

گام اول: شکل زیر، شکل ساده‌شدهٔ مدار است و جریان عبوری از مقاومت $3\,\Omega$ و جریان عبوری از مقاومت‌های ۶اهمی و R را نمایش می‌دهد.



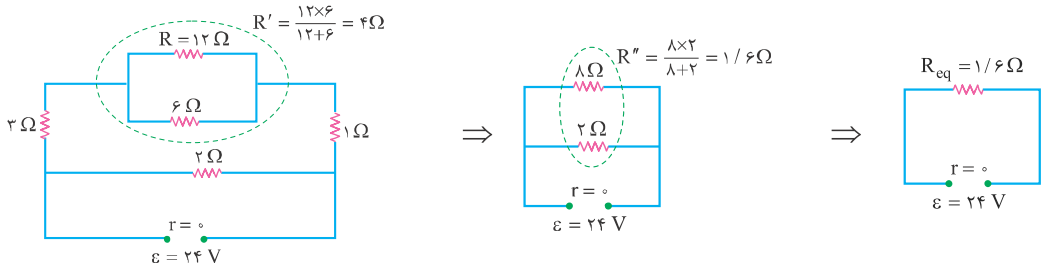
توان مصرفی مقاومت ۳اهمی، $\frac{9}{8}$ برابر توان مصرفی مقاومت ۶اهمی است؛ بنابراین طبق رابطهٔ $P = RI^2$ و شکل گام اول، داریم:

$$P_{3\Omega} = \frac{9}{8}P_{6\Omega} \Rightarrow 3(I_1+I_2)^2 = \frac{9}{8}\times 6I_1^2 \Rightarrow (I_1+I_2)^2 = \frac{9}{4}I_1^2 \Rightarrow I_1+I_2 = \frac{3}{2}I_1 \Rightarrow I_1 = 2I_2$$

گام دوم: مقاومت‌های R و ۶اهمی موازیند.

$$6I_1 = RI_2 \Rightarrow 6\times 2I_2 = RI_2 \Rightarrow R = 12\Omega$$

گام سوم: اختلاف پتانسیل دو سر مدار ثابت است و طبق رابطهٔ $P = \frac{V^2}{R}$، برای محاسبهٔ توان کل باید مقاومت مدار را حساب کنیم:

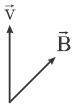


گام چهارم: توان مصرفی کل مدار را به دست می‌آوریم:

$$P = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{(24)^2}{1/6} = 360\ W$$

تست و پاسخ 26

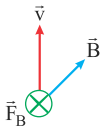
پوزیترونی با سرعت $\vec{v}$ در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در حرکت است و $\vec{v}$ و $\vec{B}$ در همین صفحه قرار دارند. در لحظهٔ نشان داده‌شده، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر پوزیترون کدام است؟



۱) $\otimes$ ۲) $\odot$ ۳) $\rightarrow$ ۴) $\leftarrow$

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی پوزیترون ذره‌ای است با جرم الکترون و بار پروتون؛ بنابراین بار الکتریکی آن مثبت است. به کمک قاعدهٔ دست راست جهت نیروی مغناطیسی به صورت درون‌سو است.



تست و پاسخ 27

سیم‌لوله‌ای آرمانی به طول ۱۲ cm دارای ۳۰۰ حلقهٔ سیم نزدیک به هم است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه‌ای درون سیم‌لوله و دور از لبه‌های آن ۱۲ G باشد، جریان عبوری از سیم‌لوله چند میلی‌آمپر است؟ ($\mu_0 = 12\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A}$)

۱) ۲۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۰۰

پاسخ: گزینه ۴

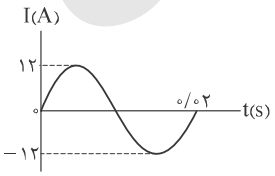
پاسخ تشریحی به کمک رابطهٔ $B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}$، جریان عبوری از سیم‌لوله را به دست می‌آوریم. توجه کنید که در این رابطه ℓ طول سیم‌لوله است.

$$B=\frac{\mu_0 NI}{\ell} \Rightarrow 12\times10^{-4}=\frac{12\times10^{-7}\times300\times I}{12\times10^{-2}} \Rightarrow I=\frac{12\times10^{-4}}{3\times10^{-3}}=0/4\ A \Rightarrow I=400\ mA$$

حواستون باشه یکای میدان مغناطیسی برحسب G (گاوس) داده شده و باید آن را برحسب T (تسلا) بنویسیم و $1\ G=10^{-4}\ T$ است.

تست و پاسخ 28

نمودار جریان ـ زمان یک جریان متناوب که از یک رسانا به مقاومت R عبور می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t=\frac{1}{200}\ s$ اختلاف پتانسیل دو سر این رسانا برابر ۳۰ V باشد، R چند اهم است؟

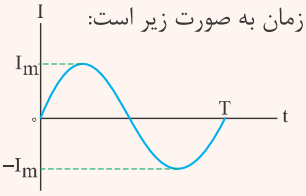


۱) ۱/۵ ۲) ۰/۴ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) ۲/۵

پاسخ: گزینه ۴

خودت حل کنی بهتره ابتدا مقدار جریان در لحظهٔ $t=\frac{1}{200}\ s$ را با استفاده از رابطهٔ $I=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t$ محاسبه کنید، سپس اندازهٔ مقاومت R را به کمک رابطهٔ $R=\frac{V}{I}$ به دست آورید.

درس‌نامه ۱) معادله و نمودار جریان متناوب برحسب زمان به صورت زیر است:



$$I=I_m\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

I: جریان متناوب (A)، I_m: بیشینهٔ جریان متناوب (A)، t: زمان (s)، T: دورهٔ تناوب (s)

۲) **تعریف مقاومت الکتریکی:** نسبت اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا، به جریان الکتریکی گذرنده از آن را مقاومت الکتریکی می‌گوییم و رابطهٔ آن به صورت زیر است:

$$R=\frac{V}{I}$$

V: اختلاف پتانسیل (V)، I: جریان الکتریکی (A)، R: مقاومت الکتریکی (Ω)

پاسخ تشریحی **گام اول:** با توجه به متن درس‌نامه، ابتدا معادلهٔ جریان متناوب گذرنده از رسانا را برحسب زمان به دست می‌آوریم:

$$I = I_m \sin(\frac{2\pi}{T}t) \xrightarrow[T=0/02\,s]{I_m=12\,A} I = 12\sin(\frac{2\pi}{0/02}t) = 12\sin 100\pi t$$

گام دوم: حالا می‌توانیم مقدار جریان در لحظهٔ $t = \frac{1}{200}\,s$ را محاسبه کنیم:

$$I = 12\sin(100\pi \times \frac{1}{200}) \xrightarrow{\sin\frac{\pi}{2}=1} I = 12\,A$$

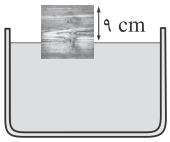
تذکر توجه به نمودار نیز معلوم است که در لحظهٔ $t = \frac{1}{200}S$ یعنی $t = \frac{T}{4}$، اندازهٔ جریان برابر است با: $I = I_m = 12A$

گام سوم: در آخر مقدار مقاومت R را به دست می‌آوریم:

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow[I=12\,A]{V=30\,V} R = \frac{30}{12} = 2/5\,\Omega$$

تست و پاسخ 29

مطابق شکل، جسمی مکعبی به طول ضلع 15 cm روی سطح شاره‌ای شناور و در حال تعادل است. اگر فشار پیمانه‌ای در زیر جسم 2/7 kPa باشد، چگالی مایع چند کیلوگرم بر لیتر است؟ ($g = 10\,m/s^2$)

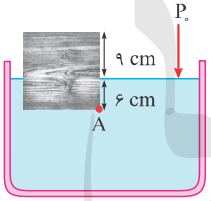


$P - P_0$

۱) ۳
۲) ۴/۵
۳) ۳۰۰۰
۴) ۴۵۰۰

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی با توجه به شکل زیر، $6\,cm\,(=9-15)$ از ارتفاع مکعب، داخل شاره قرار دارد؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

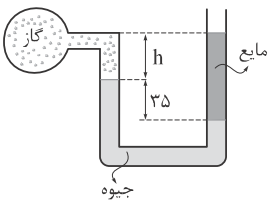


$$P_A = \rho gh + P_0 \Rightarrow \underbrace{P_A - P_0}_{\text{فشار پیمانه‌ای}} = \rho gh \Rightarrow 2/7\times10^3 = \rho\times10\times\frac{6}{100} \Rightarrow \rho = \frac{27\times10^3}{6} = 4500\,kg/m^3$$

$$\rho = 4500\,\frac{kg}{m^3}\times\frac{1\,m^3}{1000\,L} = 4/5\,\frac{kg}{L}$$

تست و پاسخ 30

در شکل زیر، فشار پیمانه‌ای گاز 20 cmHg – است. h چند سانتی‌متر است؟ ($\rho_{\text{مایع}} = 3/4\,g/cm^3$، $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6\,g/cm^3$ و $g = 10\,m/s^2$)



$P_{\text{گاز}} - P_0$

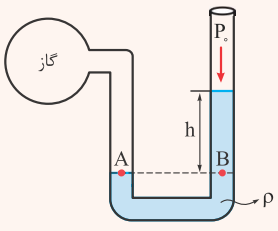
۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۲۵
۴) ۳۰

پاسخ: گزینه ۳

درس‌نامه ●● فشار پیمانه‌ای در گازها

اختلاف فشار مطلق و فشار هوا $(P - P_0)$ را فشار پیمانه‌ای می‌گویند. فشار پیمانه‌ای می‌تواند مثبت، صفر یا منفی باشد.

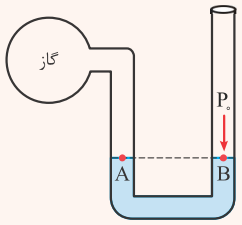
۱) اگر فشار مطلق بیشتر از فشار هوا باشد، فشار پیمانه‌ای مثبت است. (شکل الف)



(الف)

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} = \rho gh + P_0 \Rightarrow \underbrace{P_{\text{گاز}} - P_0}_{\text{فشار پیمانه‌ای}} = \rho gh$$

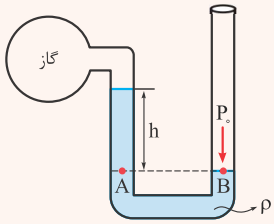
۲) اگر فشار مطلق با فشار هوا برابر باشد، فشار پیمانه‌ای صفر است. (شکل ب)



(ب)

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 \Rightarrow \underbrace{P_{\text{گاز}} - P_0}_{\text{فشار پیمانه‌ای}} = 0$$

۳) اگر فشار مطلق از فشار هوای محیط کم‌تر باشد، فشار پیمانه‌ای منفی است. (شکل پ)

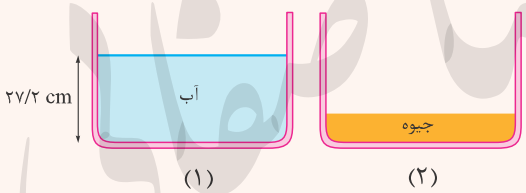


(پ)

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho gh = P_0 \Rightarrow \underbrace{P_{\text{گاز}} - P_0}_{\text{فشار پیمانه‌ای}} = -\rho gh$$

۴) یکی از یکاهای متداول فشار، سانتی‌متر جیوه است. سانتی‌متر جیوه یعنی فشاری که ارتفاع h سانتی‌متر از مایع جیوه وارد می‌کند. برای فهم بهتر، مثال زیر را بخوانید.

مثال: دو ظرف مشابه (۱) و (۲) را در نظر بگیرید. در ظرف (۱) تا ارتفاع $۲۷/۲\ \text{cm}$ آب ریخته‌ایم و فشار P_1 را بر کف ظرف وارد می‌کند. می‌خواهیم بدانیم تا ارتفاع چند سانتی‌متر از جیوه در ظرف (۲) بریزیم که همان فشار P_1 را بر کف ظرف وارد کند.



(۱) (۲)

$$(\rho_{\text{آب}} = ۱\frac{\text{g}}{\text{cm}^۳} \text{ و } \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\frac{\text{g}}{\text{cm}^۳})$$

چون فشار حاصل از آب در ظرف (۱) با فشار حاصل از جیوه در ظرف (۲) با یکدیگر برابر است؛ پس $P_1 = P_2$ است و می‌توانیم بنویسیم:

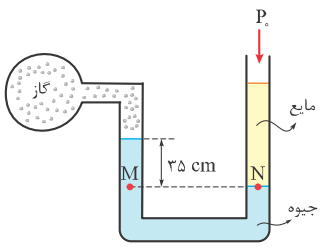
$$P_1 = P_2 \xrightarrow{P=\rho gh} \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}}$$

$$\xrightarrow[\rho_{\text{جیوه}}=۱۳/۶\ \text{g/cm}^۳]{\rho_{\text{آب}}=۱\ \text{g/cm}^۳ ,\ h_{\text{آب}}=۲۷/۲\ \text{cm}} ۱\times ۲۷/۲ = ۱۳/۶ h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۲\ \text{cm}$$

یعنی اگر تا ارتفاع $۲\ \text{cm}$ جیوه در ظرف (۲) بریزیم، فشاری که این جیوه در کف ظرف (۲) وارد می‌کند، برابر با فشاری است که ارتفاع $۲۷/۲\ \text{cm}$ آب در کف ظرف (۱) وارد می‌کند. به عبارت دیگر، فشاری که ارتفاع $۲۷/۲\ \text{cm}$ آب در کف ظرف (۱) وارد می‌کند، برابر با ۲ سانتی‌متر جیوه است.

$$P_{\text{آب}} = ۲\ \text{cmHg}$$

پاسخ تشریحی **گام اول:** فشار پیمانه‌ای برحسب سانتی‌متر جیوه و یکی از مایع‌ها نیز جیوه است، پس فشار مایع دیگر را هم برحسب سانتی‌متر جیوه به دست می‌آوریم؛ بنابراین با توجه به شکل الف و با استفاده از تساوی فشار در نقاط هم‌تراز M و N می‌توانیم بنویسیم:



(الف)

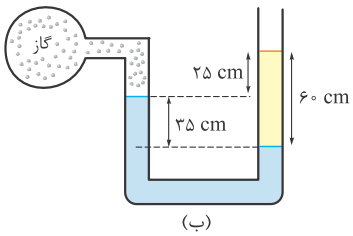
$$P_M = P_N \Rightarrow P_{\text{گاز}} + ۳۵ = P_{\text{مایع}} + P_0$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 + ۳۵ = P_{\text{مایع}} \xrightarrow{P_{\text{گاز}} - P_0 = -۲۰\ \text{cmHg}} P_{\text{مایع}} = ۱۵\ \text{cmHg}$$

گام دوم: حالا باید ببینیم که چه ارتفاعی از مایع، فشاری برابر با ۱۵ سانتی‌متر جیوه ایجاد می‌کند. (۱۵ سانتی‌متر جیوه یعنی فشاری که ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر از مایع جیوه وارد می‌کند.)

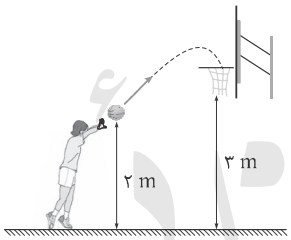
$$P_{\text{مایع}} = P'_{\text{مایع}} \Rightarrow \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}} \xrightarrow[\rho_{\text{مایع}}=۳/۴\,g/cm^۳]{\rho_{\text{جیوه}}=۱۳/۶\,g/cm^۳,\ h_{\text{جیوه}}=۱۵\,cm} ۱۳/۶\times۱۵=۳/۴h_{\text{مایع}} \Rightarrow h_{\text{مایع}}=۶۰\,cm$$

گام سوم: بنابراین با توجه به شکل ب، h برابر با $۲۵\,cm$ $(=۶۰-۳۵)$ است.



تست و پاسخ 31

شکل زیر ورزشکاری را در حال پرتاب توپ بسکتبال، با تندی اولیهٔ $۸\ m/s$ به طرف سبد نشان می‌دهد. اگر تندی توپ هنگام رسیدن به دهانهٔ سبد $۲\ m/s$ باشد، چند درصد از انرژی جنبشی اولیهٔ توپ در اثر مقاومت هوا تلف شده است؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$



۱) ۶/۲۵
۲) ۱۲/۵
۳) ۳۷/۵
۴) ۶۲/۵

پاسخ: گزینه ۴

درس‌نامه ۱) انرژی جنبشی جسمی با جرم m که با تندی v در حال حرکت است، از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲$$
K: انرژی جنبشی (J)، m: جرم جسم (kg)، v: تندی جسم (m/s)

۲) انرژی پتانسیل گرانشی: اگر جسمی به جرم m در ارتفاع h نسبت به سطح زمین قرار بگیرد، آن‌گاه انرژی پتانسیل گرانشی آن نسبت به سطح زمین از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$U = mgh$$
U: انرژی پتانسیل گرانشی (J)، m: جرم (kg)، h: ارتفاع (m)، g: شتاب گرانش $(m/s^۲)$

۳) به مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل یک جسم، انرژی مکانیکی آن می‌گوییم.

$$E = K + U$$
E: انرژی مکانیکی (J)، K: انرژی جنبشی (J)، U: انرژی پتانسیل (J)

پاسخ تشریحی انرژی مکانیکی توپ را هنگام پرتاب (۱) و هنگام رسیدن به دهانهٔ سبد (۲) به دست می‌آوریم:

$$E_۱ = K_۱ + U_۱ \xrightarrow[v_۱=۸\ m/s,\ h_۱=۲\ m,\ g=۱۰\ m/s^۲]{K_۱=\frac{۱}{۲}mv_۱^۲,\ U_۱=mgh_۱} E_۱ = \frac{۱}{۲}m(۸)^۲ + m(۱۰)(۲) = ۳۲m + ۲۰m$$

$$E_۲ = K_۲ + U_۲ \xrightarrow[v_۲=۲\ m/s,\ h_۲=۳\ m]{K_۲=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲,\ U_۲=mgh_۲} E_۲ = \frac{۱}{۲}m(۲)^۲ + m(۱۰)(۳) = ۲m + ۳۰m$$

انرژی پتانسیل گرانشی توپ از لحظهٔ پرتاب تا لحظهٔ رسیدن به دهانهٔ سبد به اندازهٔ $۱۰\,m\ (=۳۰m-۲۰m)$ افزایش یافته است. در واقع، به اندازهٔ $۱۰\,m$ از انرژی جنبشی اولیهٔ توپ به انرژی پتانسیل گرانشی آن تبدیل شده است. هم‌چنین با توجه به این‌که انرژی جنبشی توپ در لحظهٔ رسیدن به دهانهٔ سبد برابر با $۲\,m$ است، پس می‌توانیم نتیجه بگیریم که به اندازهٔ $۲۰\,m\ (=۳۲m-۱۰m-۲m)$ از انرژی جنبشی اولیهٔ آن توسط مقاومت هوا به گرما تبدیل شده است (تلف شده است)؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$\text{درصد انرژی جنبشی تلف‌شده در اثر مقاومت هوا} = \frac{K'}{K_۱}\times ۱۰۰ = \frac{۲۰\,m}{۳۲\,m}\times ۱۰۰ = ٪۶۲/۵$$

تست و پاسخ 32

طول یک پل معلق فولادی در دمای $-۴۸\,^\circ F$ برابر $۱۲۰۰\,m$ است. اگر دمای پل به $۹۶\,^\circ F$ برسد، طول آن $۹۶\,cm$ تغییر می‌کند. ضریب انبساط طولی فولاد در SI کدام است؟

۱) $۱۰^{-۵}$ ۲) $۱۰^{-۶}$ ۳) ۲×۱۰^{-۵} ۴) ۲×۱۰^{-۶}

پاسخ: گزینه ۱

خودت حل کنی بهتره ابتدا تغییرات دمای فولاد را برحسب کلوین محاسبه کنید، سپس ضریب انبساط طولی آن را با استفاده از رابطهٔ $\Delta L = \alpha L_۱ \Delta T$ به دست آورید.

درس نامه

۱) رابطهٔ بین تغییرات دما برحسب فارنهایت و کلوین به صورت زیر است:

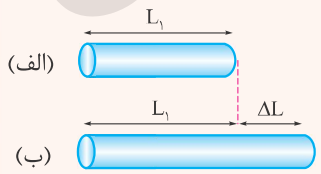
$$\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta T$$

(ΔF: تغییرات دما برحسب فارنهایت $(^\circ F)$، ΔT: تغییرات دما برحسب کلوین (K))

۲) میله‌ای به طول L را در نظر بگیرید (شکل الف). اگر دمای میله را افزایش دهیم، طول میله نیز افزایش پیدا می‌کند (شکل ب). این افزایش طول (ΔL) به تغییرات دما، طول اولیه و جنس آن بستگی دارد و رابطهٔ آن به صورت زیر است:

$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta T$$

(ΔL: تغییرات طول (m)، α: ضریب انبساط طولی $(\frac{۱}{K})$، $L_۱$: طول اولیه (m)، ΔT: تغییرات دما (K))



پاسخ تشریحی **گام اول:** ابتدا تغییرات دمای فولاد را برحسب کلوین محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta T \xrightarrow[F_۱=-۴۸\,^\circ F\,,\,F_۲=۹۶\,^\circ F]{\Delta F = F_۲ - F_۱} ۹۶-(-۴۸) = \frac{۹}{۵}\Delta T \Rightarrow ۱۴۴ = \frac{۹}{۵}\Delta T \Rightarrow \Delta T = ۸۰\,K$$

گام دوم: حالا ضریب انبساط طولی فولاد را به دست می‌آوریم:

$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta T \xrightarrow[\Delta L = ۰/۹۶\,m\,,\,\Delta T = ۸۰\,K]{L_۱ = ۱۲۰۰\,m} ۹۶\times ۱۰^{-۲} = \alpha \times ۱۲۰۰ \times ۸۰ \Rightarrow \alpha = ۱۰^{-۵}\,\frac{۱}{K}$$

تست و پاسخ 33

چند کیلوژول گرما لازم است تا در فشار یک اتمسفر، نیمی از یک قطعه یخ ۲ کیلوگرمی با دمای $-۱۰\,^\circ C$ ذوب شود؟

$$(L_F = ۳۳۶\,kJ/kg \text{ و } c_{\text{یخ}} = \frac{۱}{۲}c_{\text{آب}} = ۲۱۰۰\,\frac{J}{kg.K})$$

۱) ۳۵۷ ۲) ۳۷۸ ۳) ۳۹۹ ۴) ۴۲۰

پاسخ: گزینه ۲

درس‌نامه ۱) **گرما**: مقدار انرژی‌ای است که به دلیل اختلاف دما بین دو جسم، از جسم گرم‌تر به جسم سردتر منتقل می‌شود و رابطهٔ آن (بدون تغییر حالت) به صورت زیر است:

$$Q = mc\Delta T \quad (\text{گرما: J},\ \text{جرم: kg},\ \text{گرمای ویژه: } \frac{J}{kg.K},\ \text{تغییرات دما برحسب کلوین: K}) \qquad \Delta\theta = \Delta T \quad (\text{تغییرات دما برحسب درجهٔ سلسیوس: }^\circ C)$$

۲) **گرمای نهان ذوب**: مقدار انرژی‌ای است که باید به یک کیلوگرم از جسم جامد در نقطهٔ ذوب آن بدهیم تا در همان دما تبدیل به مایع شود.

$$Q = mL_F \quad (\text{گرما: J},\ \text{جرم: kg},\ \text{گرمای نهان ذوب: J/kg})$$

پاسخ تشریحی برای این‌که نیمی از جرم ۲ kg (یعنی ۱ kg) یخ $-10^\circ C$ ذوب شود، ابتدا باید تمام یخ به دمای $0^\circ C$ برسد، سپس ۱ kg از آن ذوب شود؛ بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$-10^\circ C \text{ یخ } 2\,kg \xrightarrow{Q_1} 0^\circ C \text{ یخ } 2\,kg \xrightarrow{Q_2} 0^\circ C \text{ آب } 1\,kg$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = mc\Delta\theta + m'L_F \xrightarrow[\Delta\theta = 0^\circ C-(-10^\circ C)=10^\circ C,\ L_F=336\times10^3\ J/kg]{m=2\,kg,\ c_{یخ}=2100\frac{J}{kg.K},\ m'=1\,kg} Q = 2\times2100\times10+1\times336\times10^3$$

$$\Rightarrow Q = 42\times10^3 + 336\times10^3 = 378\times10^3\ J \Rightarrow Q = 378\ kJ$$

تست و پاسخ 34

مقدار معینی گاز آرمانی در فشار P_1 و دمای T_1 دارای حجم V_1 است. از سه مسیر جداگانهٔ هم‌فشار، هم‌دما و بی‌دررو، حجم گاز را ۲۰ درصد کاهش می‌دهیم. کدام موارد درست است؟

الف) گرمای مبادله‌شده توسط گاز در فرایند هم‌فشار بیشتر از سایر فرایندها است.

ب) گرمای مبادله‌شده توسط گاز در فرایند هم‌دما صفر است.

پ) انرژی درونی گاز فقط در فرایند بی‌دررو افزایش می‌یابد.

ت) انرژی درونی گاز در فرایند هم‌فشار کاهش می‌یابد.

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) ب و ت ۴) پ و ت

پاسخ: گزینه ۴

درس‌نامه

۱) با کاهش حجم، دما در فرایند هم‌فشار کاهش، در فرایند هم‌دما ثابت و در فرایند بی‌دررو افزایش می‌یابد.

۲) با کاهش حجم، فرایندهای هم‌فشار و هم‌دما، گرماده هستند، ولی گرمای مبادله‌شده در فرایند هم‌دما بیشتر است.

پاسخ تشریحی بررسی عبارات:

الف) نادرست است. گرمای مبادله‌شده در فرایند بی‌دررو صفر است. برای مقایسهٔ گرمای مبادله‌شده در فرایندهای هم‌فشار و هم‌دما، باید به این نکته توجه داشته باشید که اگر حجم گاز افزایش یابد، گرمای مبادله‌شده در فرایند هم‌فشار، بزرگ‌تر از گرمای مبادله‌شده در فرایند هم‌دما است و در صورتی که حجم گاز کاهش یابد، گرمای مبادله‌شده در فرایند هم‌فشار از گرمای مبادله‌شده در فرایند هم‌دما کوچک‌تر است.

ب) نادرست است. در فرایند هم‌دما با کاهش حجم به محیط گرما داده می‌شود.

فرایند هم‌دما: $\Delta U = Q + W \xrightarrow{\Delta U=0} Q = -W \xrightarrow{\Delta V<0 \Rightarrow W>0} Q < 0$

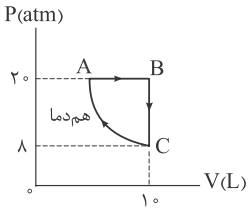
پ) درست است. در فرایند هم‌دما انرژی درونی تغییر نمی‌کند. از طرفی در فرایند هم‌فشار با کاهش حجم، دما کاهش یافته و انرژی درونی کاهش می‌یابد؛ بنابراین تنها در فرایند بی‌دررو با کاهش حجم $(W>0)$، انرژی درونی افزایش می‌یابد.

ت) درست است. در فرایند هم‌فشار با کاهش حجم، طبق معادلهٔ حالت، دما کاهش می‌یابد؛ در نتیجه انرژی درونی کاهش می‌یابد.

بنابراین عبارات (پ) و (ت) درست است.

تست و پاسخ 35

مقداری گاز آرمانی، چرخه‌ای مطابق شکل زیر را می‌پیماید. در فرایند ABC، گاز چند کیلوژول گرما و چگونه مبادله کرده است؟



۱) ۱۲، دریافت کرده است.

۲) ۱۲، از دست داده است.

۳) ۶، دریافت کرده است.

۴) ۶، از دست داده است.

پاسخ: گزینه ۱

خودت حل کنی بهتره ابتدا تغییر انرژی درونی در کل چرخه را برابر با صفر قرار داده، سپس به کمک ویژگی هر فرایند، گرمای مجموع دو فرایند AB و BC را به دست آورید.

درس نامه

۱) در یک فرایند هم‌دما برای مقدار معینی گاز آرمانی، فشار و حجم رابطهٔ عکس دارند.

۲) تغییر انرژی درونی، در یک چرخهٔ کامل صفر است.

۳) کار انجام‌شده در فرایند هم‌حجم برابر با صفر است.

۴) کار انجام‌شده در فرایند هم‌فشار از رابطهٔ $W=-P\Delta V$ به دست می‌آید.

پاسخ تشریحی با توجه به چرخهٔ ABC می‌توان نوشت:

$$\Delta U_{ABC}=\Delta U_{AB}+\Delta U_{BC}+\Delta U_{CA} \xrightarrow[\Delta U_{CA}=0]{\Delta U_{ABC}=0} 0=\Delta U_{AB}+\Delta U_{BC}$$

$$\xrightarrow[\Delta U_{AB}=W_{AB}+Q_{AB}]{\Delta U_{BC}=Q_{BC}} W_{AB}+Q_{AB}+Q_{BC}=0 \quad (I)$$

از طرفی در فرایند هم‌دمای CA داریم:

$$\xrightarrow{\text{ثابت: } T \text{ و } n} P_AV_A=P_CV_C \Rightarrow 20\times V_A=8\times 10 \Rightarrow V_A=4\,L$$

حال می‌توان W_{AB} را به دست آورد:

$$W_{AB}=-P\Delta V \Rightarrow W_{AB}=-20\times 10^5\times(10-4)\times 10^{-3}=-12000\,J=-12\,kJ$$

در نهایت با توجه به رابطهٔ (I)، داریم:

$$W_{AB}+Q_{AB}+Q_{BC}=0 \xrightarrow[Q_{AB}+Q_{BC}=Q_{ABC}]{W_{AB}=-12\,kJ} -12+Q_{ABC}=0 \Rightarrow Q_{ABC}=12\,kJ$$

بنابراین در مسیر ABC، گاز ۱۲ kJ گرما دریافت کرده است.

۱- کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح هستند؟

الف) تبخیر آب برخلاف انجماد آب، فرایندی گرماده است.

ب) چگالش بخار به جامد برخلاف ذوب، فرایندی گرماده است.

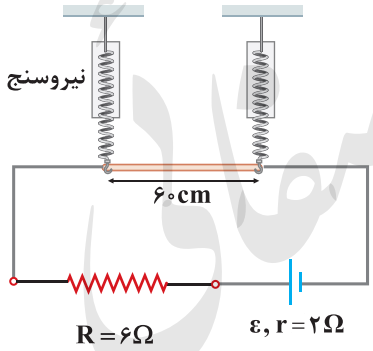
ج) تصعید مانند میعان، فرایندی گرماگیر است.

۱) فقط «الف» ۲) فقط «ب» ۳) «الف» و «ج» ۴) «ب» و «ج»

۲- یکای فرعی کدام کمیت، $\frac{kg.m^2}{A.s^3}$ است؟

۱) میدان الکتریکی ۲) میدان مغناطیسی ۳) نیروی محرکهٔ القایی ۴) بار الکتریکی

۳- در شکل زیر، یک سیم رسانای بدون مقاومت به طول ۶۰cm درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی $2\times10^{-4}\,T$ که عمود بر صفحه است، از دو نیروسنج فنری مشابه آویخته شده است. اگر نیروی محرکهٔ باتری برابر ۲۴V باشد، نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان می‌دهند. نیروی محرکهٔ باتری را به چند ولت برسانیم تا هر یک از نیروسنج‌ها با نیرویی به اندازهٔ ۰/۱ میلی‌نیوتون کشیده شوند؟



۱) $\frac{۳۲}{۳}$

۲) $\frac{۱۶}{۳}$

۳) ۱۶

۴) ۱۲

۴- سه ذرهٔ باردار $q_1=4\mu C$، $q_2=-8\mu C$ و $q_3=-12\mu C$ روی محور x در مکان‌های $x_1=30cm$، $x_2=60cm$ و $x_3=-30cm$ قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی خالص در مکان $x_4=90cm$، چند نیوتون بر کولن است؟ $(k=9\times10^9\frac{N.m^2}{C^2})$

۱) $8/75\times10^4$ ۲) $7/75\times10^4$ ۳) $7/75\times10^5$ ۴) $8/75\times10^5$

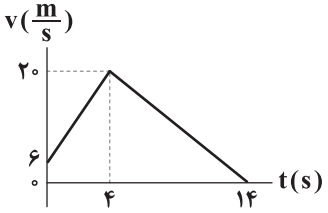
۵- به فلزی که انرژی مورد نیاز برای جدا کردن الکترون از آن ۲eV است، نوری با بسامد $6\times10^{14}\,Hz$ می‌تابانیم و پدیدهٔ فوتوالکتریک ..... . در ادامه اگر طول موج نور را کاهش دهیم، ..... افزایش می‌یابد. $(h=4\times10^{-15}\,eV.s)$

۱) رخ می‌دهد ـ تندی فوتوالکترون‌ها ۲) رخ می‌دهد ـ تعداد فوتوالکترون‌ها

۳) رخ نمی‌دهد ـ تندی فوتوالکترون‌ها ۴) رخ نمی‌دهد ـ تعداد فوتوالکترون‌ها

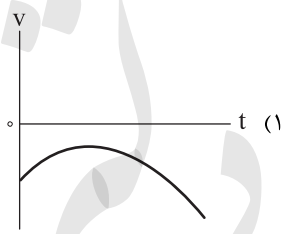
محل انجام محاسبات

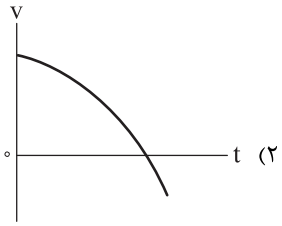
6- نمودار سرعت ــ زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اندازهٔ شتاب متوسط این متحرک در ۱۰ ثانیهٔ اول حرکتش و اندازهٔ سرعت متوسط آن در ۴ ثانیهٔ اول حرکتش به ترتیب از راست به چپ برحسب واحد SI در کدام گزینه به درستی آمده‌اند؟

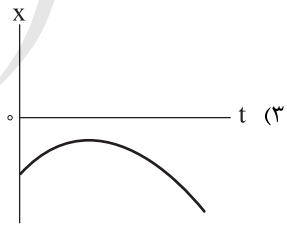


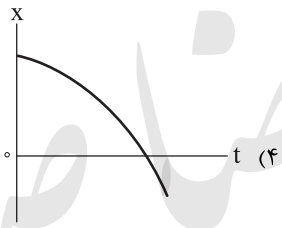
۱) ۰/۲ و ۱۳
۲) ۰/۲ و ۱۲
۳) ۰/۳ و ۱۳
۴) ۰/۳ و ۱۲

7- متحرکی روی محور x حرکت می‌کند. اگر متحرک همواره در خلاف جهت محور x و به صورت تندشونده در حرکت باشد، کدام نمودار می‌تواند حرکت این متحرک را توصیف کند؟

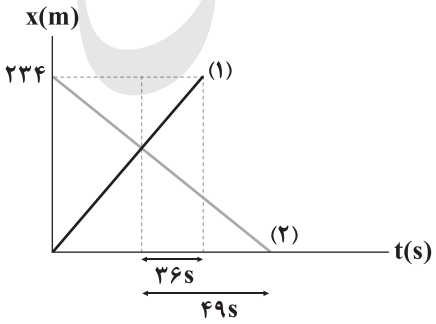
۱)


۲)


۳)


۴)


8- در شکل زیر، نمودار مکان ــ زمان دو خودرو که با سرعت ثابت در مسیر مستقیم به سمت هم حرکت می‌کنند، نشان داده شده است. بزرگی سرعت خودرو (۱) چند متر بر ثانیه است؟



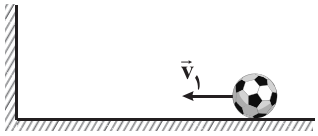
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

9- متحرکی با شتاب ثابت در مبدأ زمان و از مبدأ مکان در جهت محور x شروع به حرکت می‌کند. اگر در بازهٔ زمانی $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 8s$، متحرک مسافت ۳۶ متر را طی کند و نیز تندی متحرک در ابتدا و انتهای این بازه یکسان باشد، در این صورت این متحرک در چند متری مبدأ مکان تغییر جهت داده است؟

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

محل انجام محاسبات

10- مطابق شکل زیر، یک توپ به جرم ۴۰۰g با تندی v_1 به دیوار قائم برخورد کرده و بعد از ۰/۱s مماس با دیوار با تندی $10\frac{m}{s}$ باز می‌گردد. اگر بزرگی نیروی متوسط واردشده از طرف دیوار به توپ برابر با ۱۰۰N باشد، v_1 چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۲۵
۴) ۳۵

11- درون ظرفی با ظرفیت گرمایی $150\frac{J}{^\circ C}$، مقداری مایع با ظرفیت گرمایی $1050\frac{J}{^\circ C}$ در دمای $5^\circ C$ در تعادل گرمایی قرار دارد. قطعه فلزی با دمای $75^\circ C$ را به مایع درون ظرف اضافه می‌کنیم و دمای تعادل مجموعه به $15^\circ C$ می‌رسد. اگر در این فرایند ۳۰۰۰J گرما تلف شده باشد، ظرفیت گرمایی قطعهٔ فلز برحسب واحد SI در کدام گزینه به درستی آمده است؟

۱) ۱۵۰
۲) ۲۵۰
۳) ۲۰۰
۴) ۱۰۰

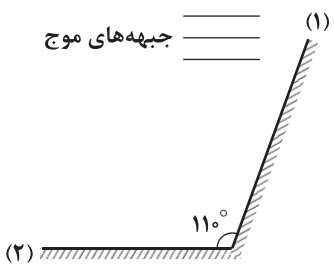
12- در یک زمین‌لرزه، امواج اولیهٔ P و امواج ثانویهٔ S به ترتیب با تندی‌های $8\frac{km}{s}$ و $4\frac{km}{s}$ روی خط راست حرکت می‌کنند. اگر زلزله در فاصلهٔ ۹۶۰کیلومتری یک دستگاه زلزله‌نگار رخ داده باشد، امواج P، ..... دقیقه ..... از امواج S به دستگاه زلزله‌نگار می‌رسند.

۱) ۲/۵ ـ دیرتر
۲) ۲/۵ ـ زودتر
۳) ۲ ـ دیرتر
۴) ۲ ـ زودتر

13- در شکل زیر، دو شخص (۱) و (۲) روی سطح بدون اصطکاکی در کنار هم قرار دارند و به یک‌دیگر نیرو وارد می‌کنند. اگر شخص (۱) با شتاب $(-1/25\frac{m}{s^2})\vec{i}$ شروع به حرکت کند، بردار نیرویی که شخص (۱) به شخص (۲) وارد می‌کند برحسب واحد SI در کدام گزینه به درستی آمده است؟

۱) $125\vec{i}$
۲) $-125\vec{i}$
۳) $62/5\vec{i}$
۴) $-62/5\vec{i}$

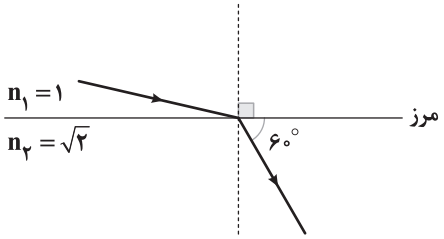
14- در شکل زیر، جبهه‌های موج افقی تابیده‌شده به سطح آینهٔ تخت (۱) از آن بازتاب می‌شوندو به آینهٔ (۲) می‌تابند. زاویهٔ بازتابش از آینهٔ تخت (۲) چند درجه است؟



۱) 60°
۲) 30°
۳) 50°
۴) 40°

محل انجام محاسبات

15- مطابق شکل زیر، یک پرتوی نور تک‌رنگ از محیط شفاف (۱) به محیط شفاف (۲) وارد می‌شود. زاویهٔ انحراف این پرتو هنگام ورود به محیط دوم چند درجه است؟



۱) ۱۵

۲) ۷/۵

۳) ۳۰

۴) ۴۵

16- در یک حرکت نوسانی هماهنگ ساده با دامنهٔ A و دورهٔ T، حداکثر مسافت طی‌شده توسط این نوسانگر در مدت‌زمان $\frac{T}{4}$ چند برابر دامنهٔ نوسان این نوسانگر است؟

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\sqrt{2-\sqrt{2}}$ ۳) $\sqrt{3}$ ۴) $\sqrt{3-\sqrt{3}}$

17- در اتم هیدروژن، الکترونی در اولین حالت برانگیخته قرار داشته و با دریافت انرژی مناسب به پنجمین تراز انرژی گذار می‌کند. در اثر این گذار، اندازهٔ انرژی الکترون چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۸۴ و کاهش ۲) ۸۴ و افزایش ۳) ۱۶ و افزایش ۴) ۱۶ و کاهش

18- شخص‌های A و B به جرم‌های $80kg$ و $60kg$ روی دو ترازوی فنری درون آسانسوری قرار دارند. اگر آسانسور با شتاب ثابت a به صورت تندشونده رو به پایین حرکت کند، اختلاف عددی که دو ترازو نشان می‌دهند، $140N$ می‌شود. a چند واحد SI است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

19- ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -20\mu C$ با سرعت ثابت $3\frac{m}{s}$ در جهت خطوط میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ با بزرگی $4000\frac{N}{C}$ حرکت می‌کند. در مدت ۸ ثانیه، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

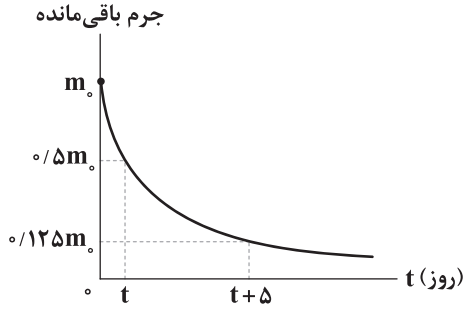
۱) ۱/۹۲ و افزایش ۲) ۱/۹۲ و کاهش ۳) ۰/۱۹۲ و افزایش ۴) ۰/۱۹۲ و کاهش

20- خازن تختی با ظرفیت $2\mu F$ که فاصلهٔ ۰/۲ میلی‌متری بین صفحات آن با دی‌الکتریکی پر شده است که بیشینهٔ میدان الکتریکی قابل تحمل آن برابر $0/2\frac{kV}{mm}$ است، در اختیار داریم. بیشینهٔ کدام کمیت برای این خازن به درستی بیان نشده است؟

۱) $Q_{max} = 80\mu C$: بیشینهٔ بار ذخیره‌شده در خازن
۲) $E_{max} = 2\times10^5\frac{V}{m}$: بیشینهٔ میدان الکتریکی بین صفحات خازن
۳) $U_{max} = 1800\mu J$: بیشینهٔ انرژی ذخیره‌شده در خازن
۴) $V_{max} = 40V$: بیشینهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازن

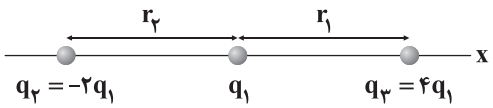
محل انجام محاسبات

21 - نمودار جرم باقی‌مانده برحسب زمان برای یک عنصر پرتوزا مطابق شکل زیر است. نیمه‌عمر این هسته چند روز است؟



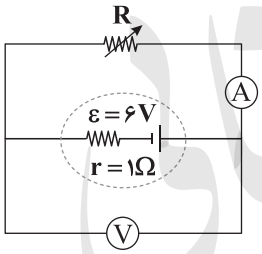
۱) ۱/۲۵
۲) ۲/۵
۳) ۳/۷۵
۴) ۵

22 - سه ذرهٔ باردار مطابق شکل زیر، روی محوری قرار دارند. اگر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 از طرف دو بار دیگر، $\frac{56}{425}$ برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_1 از طرف دو بار دیگر باشد، نسبت $\frac{r_2}{r_1}$ در کدام گزینه به درستی آمده است؟



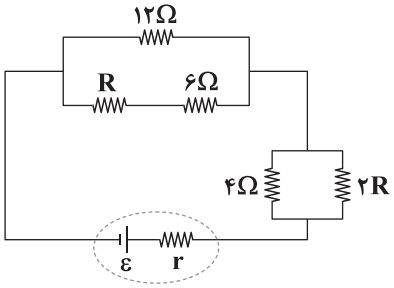
۱) $\frac{2}{3}$
۲) $\frac{3}{2}$
۳) ۲
۴) $\frac{1}{2}$

23 - در مدار شکل زیر اگر مقاومت متغیر R را ۳Ω افزایش دهیم، عددی که آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، نصف می‌شود. در این صورت عددی که ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهد نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟



۱) $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{5}{4}$
۳) $\frac{3}{4}$
۴) $\frac{5}{2}$

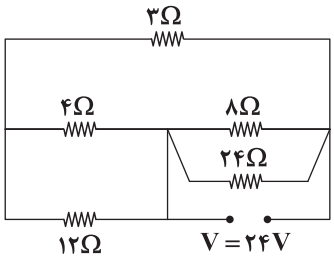
24 - در مدار شکل زیر، جریان الکتریکی عبوری از مقاومت‌های R و 2R یکسان است. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟



۱) ۷/۵
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۵/۵

محل انجام محاسبات

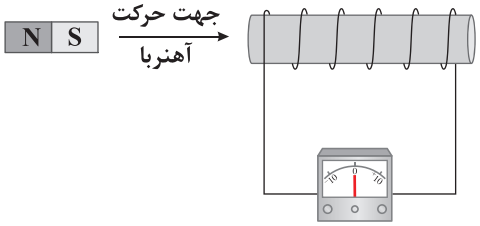
25 - در مدار شکل زیر، اختلاف توان مصرفی مقاومت ۸ اهمی و توان مصرفی مقاومت ۳ اهمی، چند وات است؟



۱) ۷۲
۲) ۲۴
۳) ۱۶
۴) ۴۸

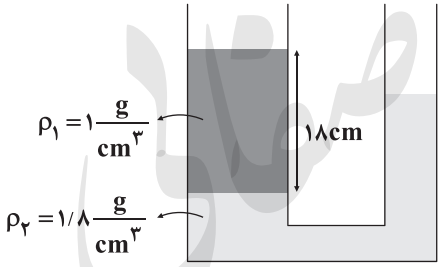
26 - مطابق شکل زیر، آهنربایی را وارد یک سیملوله می‌کنیم. چه تعداد از عوامل زیر در اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در سیملوله مؤثر است؟

الف) سرعت حرکت آهنربا ب) مساحت هر حلقهٔ سیملوله ج) تعداد دورهای سیملوله د) جنس سیم حلقه‌ها



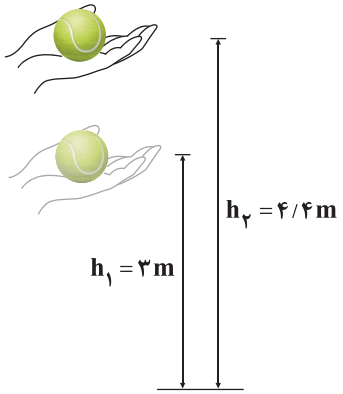
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

27 - در شکل زیر، سطح مقطع لولهٔ سمت چپ، دو برابر سطح مقطع لولهٔ سمت راست است و مایع‌ها در تعادل هستند. در لولهٔ سمت راست، چند سانتی‌متر از مایعی مخلوط‌نشدنی به چگالی $۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ بریزیم تا سطح آزاد مایع‌ها در دو طرف لوله در یک سطح باشد؟



۱) ۹
۲) ۱۱/۲
۳) ۱۲
۴) ۱۴/۴

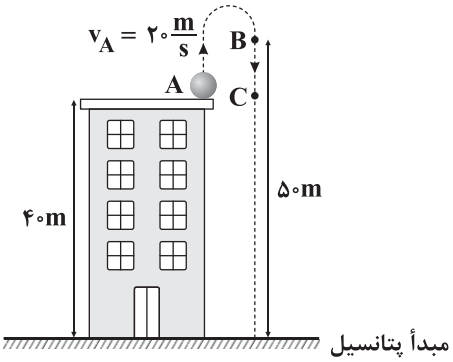
28 - مطابق شکل زیر، در شرایط خلأ، جسم ساکنی به جرم ۲/۵kg را با دستمان از ارتفاع $h_۱$ به ارتفاع $h_۲$ می‌بریم و دوباره به حالت سکون می‌رسانیم. کار نیروی دست در این جابه‌جایی برابر چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) ۳۵
۲) −۳۵
۳) ۴۴
۴) −۴۴

محل انجام محاسبات

29- مطابق شکل زیر، در شرایط خلأ، گلوله‌ای با تندی اولیهٔ $۲۰\frac{m}{s}$ از بالای ساختمانی به ارتفاع ۴۰ متر در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود. تندی گلوله در نقطهٔ B چند برابر تندی آن در نقطهٔ C است؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۴}$

۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$

30- معادلهٔ جریان عبوری از یک القاگر برحسب زمان در SI به صورت $I=۳+۲\sin(۱۰۰\pi t)$ است. بیشینهٔ انرژی ذخیره شده در القاگر چند برابر کمینهٔ انرژی ذخیره شده در آن است؟

۱) ۲۵ ۲) ۵ ۳) ۲ ۴) ۴

محل انجام محاسبات

فیزیک

۱- ۲ فرایندهای تبخیر، ذوب و تصعید گرماگیر هستند، در حالی‌که فرایندهای میعان، انجماد و چگالش بخار به جامد گرماده هستند، بنابراین فقط عبارت «ب» صحیح است.

۲- ۳ یکای نیروی محرکهٔ القایی را بر حسب یکاهای اصلی به دست می‌آوریم:

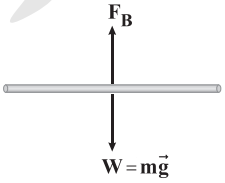
$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow[\bar{\varepsilon}]=\frac{[\Delta\Phi]}{[\Delta t]}=\frac{Wb}{s}\xrightarrow{1Wb=1T.m^2}[\bar{\varepsilon}]=\frac{T.m^2}{s}$$

$$\xrightarrow{1T=1\frac{N}{A.m}}[\bar{\varepsilon}]=\frac{\frac{N}{A.m}.m^2}{s}=\frac{N.m}{A.s}$$

$$\xrightarrow{1N=1\frac{kg.m}{s^2}}[\bar{\varepsilon}]\frac{\frac{kg.m}{s^2}.m}{A.s}=\frac{kg.m^2}{A.s^3}$$

دقت کنید: یکای کمیت نیروی محرکهٔ القایی در واقع همان ولت است که یکای اختلاف پتانسیل الکتریکی است، بنابراین با استفاده از سایر روابط مثل $\Delta V=\frac{\Delta U_E}{q}$ هم می‌توانستیم این یکا را بر حسب یکاهای اصلی محاسبه کنیم.

۳- ۱ هنگامی که نیروی محرکهٔ باتری برابر ۲۴V است، نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان می‌دهند، بنابراین نیروی مغناطیسی و وزن سیم در این حالت هم‌اندازه هستند و جهت آن‌ها عکس یک‌دیگر می‌باشد.



در این حالت جریان عبوری از سیم برابر است با:

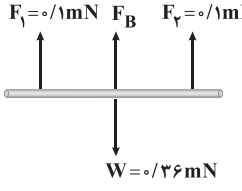
$$I=\frac{\varepsilon}{r+R}=\frac{24}{2+6}=3A$$

بنابراین اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر است با:

$$F_B=BI\ell\sin 90^\circ=2\times10^{-4}\times3\times0/6\times1=3/6\times10^{-4}N=0/36mN$$

بنابراین وزن سیم برابر ۰/۳۶mN است.

برای آن‌که نیروسنج‌ها با نیروی ۰/۱mN کشیده شوند، باید روابط زیر برقرار باشد:



$$F_B+0/2=0/36\Rightarrow F_B=0/16mN$$

$$\Rightarrow BI'\ell\sin90^\circ=0/16\times10^{-3}$$

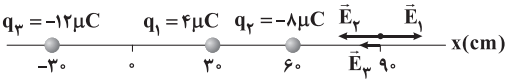
$$\Rightarrow2\times10^{-4}\times I'\times0/6\times1=0/16\times10^{-3}$$

$$\Rightarrow I'=\frac{0/16\times10^{-3}}{1/2\times10^{-4}}=\frac{4}{3}A$$

برای آن‌که جریان سیم برابر $\frac{4}{3}A$ باشد، داریم:

$$I'=\frac{\varepsilon'}{r+R}\Rightarrow\frac{4}{3}=\frac{\varepsilon'}{2+6}\Rightarrow\varepsilon'=\frac{32}{3}V$$

۴- ۳ میدان الکتریکی را در مکان $x_4=90cm$ به دست می‌آوریم:



$$\begin{cases}E_1=k\frac{|q_1|}{r_1^2}=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}}{(0/6)^2}=10^5\frac{N}{C}\\E_2=k\frac{|q_2|}{r_2^2}=9\times10^9\times\frac{8\times10^{-6}}{(0/3)^2}=8\times10^5\frac{N}{C}\\E_3=k\frac{|q_3|}{r_3^2}=9\times10^9\times\frac{12\times10^{-6}}{(1/2)^2}=0/75\times10^5\frac{N}{C}\end{cases}$$

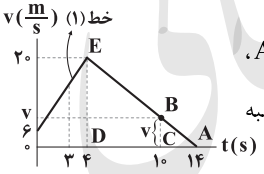
$$\Rightarrow E_{کل}=E_2+E_3-E_1=7/75\times10^5\frac{N}{C}$$

۵- ۱ انرژی هر فوتون نور برابر است با:

$$E=hf=4\times10^{-15}\times6\times10^{14}=2/4eV$$

انرژی فوتون از انرژی مورد نیاز برای جدا کردن الکترون از فلز بیشتر است، بنابراین پدیدهٔ فوتوالکتریک **رخ می‌دهد**. با کاهش طول موج نور، انرژی فوتون آن بیشتر می‌شود، بنابراین فوتوالکترون‌ها با انرژی جنبشی بیشتر و در نتیجه با تندی بیشتری از فلز خارج می‌شوند.

۶- ۱ ابتدا مطابق شکل مقابل و با استفاده از تشابه دو مثلث $\overset{\Delta}{ABC}$ و $\overset{\Delta}{AED}$، سرعت متحرک را در لحظهٔ $t=10s$ محاسبه می‌کنیم:



$$\frac{v}{20}=\frac{14-10}{14-4}\Rightarrow v=8\frac{m}{s}$$

در ادامه برای محاسبهٔ شتاب متوسط متحرک در ۱۰ ثانیهٔ اول حرکتش می‌توان نوشت:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{8-6}{10-0}=\frac{2}{10}=0/2\frac{m}{s^2}$$

از طرفی در ۴ ثانیهٔ اول، حرکت با شتاب ثابت انجام می‌شود و سرعت متوسط برابر میانگین سرعت در اول و آخر بازه است، بنابراین می‌توان نوشت:

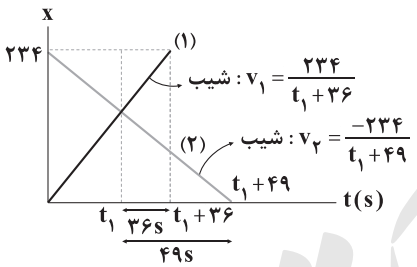
$$v_{av}=\frac{v_0+v_4}{2}=\frac{6+20}{2}=13\frac{m}{s}$$

۷- ۴ شیب نمودار مکان ـ زمان در گزینهٔ (۴) همواره منفی است، پس این متحرک همواره در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند. از طرفی اندازهٔ شیب نمودار همواره در حال افزایش است، یعنی تندی حرکت متحرک در حال افزایش است و حرکت تندشونده می‌باشد.

-8 **۳** دو متحرک با سرعت ثابت حرکت می‌کنند، بنابراین معادلهٔ مکان ـ زمان آن‌ها برابر است با:

$$x_۱ = v_۱t + x_۰ \Rightarrow x_۱ = v_۱t + ۰ \Rightarrow x_۱ = v_۱t$$

$$x_۲ = v_۲t + x_۰ \Rightarrow x_۲ = v_۲t + ۲۳۴$$



شیب نمودار مکان ـ زمان برابر سرعت متحرک است، بنابراین داریم:

$$\text{متحرک (۱)} : v_۱ = \text{شیب نمودار (۱)} = \frac{۲۳۴}{t_۱ + ۳۶}$$

$$\text{متحرک (۲)} : v_۲ = \text{شیب نمودار (۲)} = \frac{-۲۳۴}{t_۱ + ۴۹}$$

در لحظهٔ $t = t_۱$، دو متحرک از یک مکان می‌گذرند و می‌توان نوشت:

$$\text{در لحظهٔ } t_۱ : x_۱ = x_۲ \Rightarrow v_۱t_۱ = v_۲t_۱ + ۲۳۴$$

$$\xrightarrow[v_۲ = \frac{-۲۳۴}{t_۱ + ۴۹}]{v_۱ = \frac{۲۳۴}{t_۱ + ۳۶}} \frac{۲۳۴t_۱}{t_۱ + ۳۶} = \frac{-۲۳۴t_۱}{t_۱ + ۴۹} + ۲۳۴$$

$$\xrightarrow{\text{ساده کردن به ۲۳۴}} \frac{t_۱}{t_۱ + ۳۶} = \frac{-t_۱}{t_۱ + ۴۹} + ۱ \Rightarrow \frac{t_۱}{t_۱ + ۳۶} + \frac{t_۱}{t_۱ + ۴۹} = ۱$$

$$\Rightarrow \frac{t_۱^۲ + ۴۹t_۱ + t_۱^۲ + ۳۶t_۱}{(t_۱ + ۳۶)(t_۱ + ۴۹)} = ۱$$

$$\Rightarrow ۲t_۱^۲ + ۸۵t_۱ = t_۱^۲ + ۸۵t_۱ + ۴۹ \times ۳۶ \Rightarrow t_۱^۲ = ۴۹ \times ۳۶$$

$$\Rightarrow t_۱ = ۷ \times ۶ = ۴۲s$$

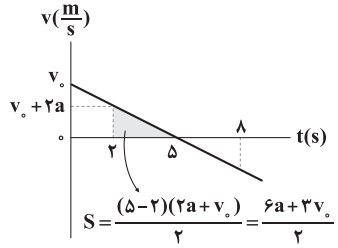
بنابراین سرعت خودروی (۱) برابر است با:

$$v_۱ = \frac{۲۳۴}{t_۱ + ۳۶} = \frac{۲۳۴}{۴۲ + ۳۶} = \frac{۲۳۴}{۷۸} = ۳\frac{m}{s}$$

-9 **۴** در حرکت با شتاب ثابت، اگر در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲$ تندی متحرک یکسان باشد، آن‌گاه در لحظهٔ $\frac{t_۱ + t_۲}{۲}$، متحرک توقف کرده و تغییر جهت می‌دهد.

$$\text{لحظهٔ تغییر جهت} : t_s = \frac{t_۱ + t_۲}{۲} = \frac{۲ + ۸}{۲} = ۵s$$

در حرکت با شتاب ثابت، معادلهٔ سرعت ـ زمان به صورت $v = at + v_۰$ است، پس به کمک سطح زیر نمودار سرعت ـ زمان داریم:



مسافت طی‌شده از لحظهٔ $t_۱ = ۲s$ تا لحظهٔ $t_۲ = ۸s$ برابر است با:

$$l = ۲S = ۶a + ۳v_۰ \Rightarrow ۶a + ۳v_۰ = ۳۶ \Rightarrow ۲a + v_۰ = ۱۲$$

$۲a + v_۰$ همان سرعت متحرک در لحظهٔ $t_۱ = ۲s$ است، بنابراین داریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_۵ - v_۲}{۵ - ۲} = \frac{۰ - ۱۲}{۳} = -۴\frac{m}{s^۲}$$

بنابراین:

$$۲a + v_۰ = ۱۲ \xrightarrow{a = -۴\frac{m}{s^۲}} \Rightarrow v_۰ = ۲۰\frac{m}{s}$$

چون متحرک در مبدأ زمان در مبدأ مکان بوده، پس به کمک رابطهٔ $x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t + x_۰$ داریم:

$$x = -۲t^۲ + ۲۰t \xrightarrow{t=۵s} x = -۵۰ + ۱۰۰ = ۵۰m$$

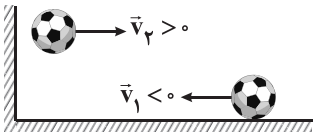
-10 **۱** اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد بر توپ برابر آهنگ تغییرات تکانه است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = m\frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow ۱۰۰ = \frac{۰/۴\Delta v}{۰/۱} \Rightarrow \Delta v = ۲۵\frac{m}{s} \quad (*)$$

از طرفی داریم:

$$\Delta v = v_۲ - (-v_۱)$$

$$\xrightarrow{(*)} ۲۵ = ۱۰ + v_۱ \Rightarrow v_۱ = ۱۵\frac{m}{s}$$



-11 **۲** اگر ظرفیت گرمایی ظرف، مایع و قطعه فلز به ترتیب $C_۱$، $C_۲$ و $C_۳$ باشد و $\theta_۱$، $\theta_۲$ و θ_e به ترتیب دمای ظرف، قطعه فلز و دمای تعادل نهایی باشد و Q گرمای تلف‌شده باشد، با استفاده از پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$(C_۱ + C_۲)(\theta_e - \theta_۱) + C_۳(\theta_e - \theta_۲) = -Q$$

$$\Rightarrow (۱۵۰ + ۱۰۵۰) \times (۱۵ - ۵) + C_۳(۱۵ - ۷۵) = -۳۰۰۰$$

$$\Rightarrow C_۳ = ۲۵۰\frac{J}{^\circ C}$$

12- **۴** با توجه به این‌که مسافت طی‌شده توسط دو موج برابر است، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$v_P = \frac{\Delta x}{\Delta t_P} \Rightarrow ۸ = \frac{۹۶۰}{\Delta t_P} \Rightarrow \Delta t_P = ۱۲۰s$$

$$v_S = \frac{\Delta x}{\Delta t_S} \Rightarrow ۴ = \frac{۹۶۰}{\Delta t_S} \Rightarrow \Delta t_S = ۲۴۰s$$

بنابراین امواج P، به مدت دو دقیقه (۱۲۰ ثانیه) زودتر از امواج S به زلزله‌نگار می‌رسند.

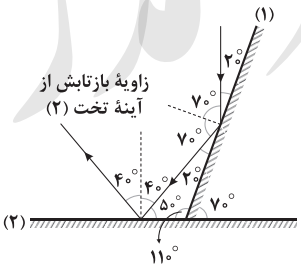
13- **۱** طبق قانون دوم نیوتون، نیرویی که از طرف شخص (۲) بر شخص (۱) وارد می‌شود برابر است با:

$$\vec{F}_{۲۱} = m_۱\vec{a}_۱ \Rightarrow \vec{F}_{۲۱} = ۱۰۰\times(-۱/۲۵\vec{i}) = (-۱۲۵N)\vec{i}$$

بنابراین طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که شخص (۱) بر شخص (۲) وارد می‌کند برابر می‌شود با:

$$\vec{F}_{۱۲} = -\vec{F}_{۲۱} \Rightarrow \vec{F}_{۱۲} = (+۱۲۵N)\vec{i}$$

14- **۴** ابتدا نمودار پرتویی که بر سطح آینهٔ تخت (۱) می‌تابد را رسم می‌کنیم و سپس با کمک شکل زیر و قانون بازتاب عمومی، زاویهٔ تابش به آینهٔ (۲) را به دست می‌آوریم.



15- **۱** با استفاده از قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

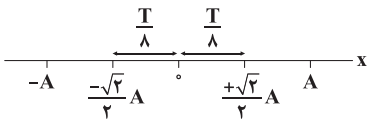
$$n_۱\sin\theta_۱ = n_۲\sin\theta_۲$$

$$\Rightarrow ۱\times\sin\theta_۱ = \sqrt{۲}\sin(۳۰^\circ) \Rightarrow \sin\theta_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \theta_۱ = ۴۵^\circ$$

بنابراین زاویهٔ انحراف برابر است با:

$$\hat{D} = \theta_۱ - \theta_۲ = ۴۵^\circ - ۳۰^\circ = ۱۵^\circ$$

16- **۱** در حرکت نوسانی هماهنگ ساده، در یک مدت‌زمان معین، حداکثر مسافت طی‌شده زمانی است که نوسانگر حداکثر سرعت را داشته باشد یعنی در فواصل مساوی و قرینه نسبت به وضع تعادل حرکت کند. پس مدت‌زمان داده‌شده را نصف می‌کنیم و در طرفین نقطهٔ تعادل به کار می‌بریم:



بنابراین مسافت طی‌شده در این بازهٔ زمانی برابر است با:

$$l = \frac{\sqrt{۲}}{۲}A + \frac{\sqrt{۲}}{۲}A = A\sqrt{۲}$$

17- **۱** در اتم هیدروژن، انرژی الکترون در تراز nاُم از رابطهٔ $E_n = -\frac{E_R}{n^۲}$ به دست می‌آید. بنابراین داریم:

$$\begin{cases} \text{پنجمین تراز انرژی} \xrightarrow{n=۵} E_۵ = -\frac{E_R}{۲۵} \\ \text{اولین حالت برانگیخته} \xrightarrow{n=۲} E_۲ = -\frac{E_R}{۴} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{E_۵}{E_۲} = \frac{۴}{۲۵} = ۰/۱۶ \xrightarrow{\text{به درصد}} ٪۱۶$$

اندازهٔ انرژی الکترون در تراز پنجم، ۱۶ درصد انرژی الکترون در تراز دوم است، پس در این گذار، **اندازهٔ انرژی الکترون ۸۴ درصد کاهش می‌یابد.**

18- **۳** چون شتاب آسانسور به سمت پایین است، عددی که ترازو نشان می‌دهد برابر $m(g-a)$ می‌باشد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{شخص A}: F_A = m_A(g-a) = ۸۰\times(۱۰-a) = ۸۰۰-۸۰a$$

$$\text{شخص B}: F_B = m_B(g-a) = ۶۰\times(۱۰-a) = ۶۰۰-۶۰a$$

بنابراین اختلاف عدد ترازوها برابر می‌شود با:

$$F_A - F_B = (۸۰۰-۸۰a)-(۶۰۰-۶۰a) = ۲۰۰-۲۰a$$

$$\xrightarrow{F_A-F_B=۱۴۰N} ۱۴۰ = ۲۰۰-۲۰a \Rightarrow a = ۳\frac{m}{s^۲}$$

19- **۱** در مدت ۸s، جابه‌جایی ذره برابر است با:

$$d = v\Delta t = ۳\times۸ = ۲۴m$$

ذره با بار منفی در جهت خطوط میدان (خلاف جهت خودبه‌خودی) حرکت کرده است، بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش یافته است و می‌توان نوشت:

$$\Delta U_E = -E|q|d\cos\theta = -۴۰۰۰\times۲۰\times۱۰^{-۶}\times۲۴\times(-۱) = ۱/۹۲J$$

انرژی پتانسیل الکتریکی ۱/۹۲J افزایش یافته است.

20- **۳** ابتدا به کمک بیشینهٔ میدان الکتریکی قابل تحمل دی‌الکتریک و فاصلهٔ بین صفحات، پتانسیل فروریزش (پتانسیل بیشینهٔ مجاز) را حساب می‌کنیم:

$$V_{max} = E_{max}d = ۰/۲\times۱۰^۶\times۰/۲\times۱۰^{-۳} = ۴۰V$$

$$Q_{max} = CV_{max} = ۲\times۴۰ = ۸۰\mu C$$

$$U_{max} = \frac{۱}{۲}CV_{max}^۲ = \frac{۱}{۲}\times۲\times۱۶۰۰ = ۱۶۰۰\mu J$$

بنابراین بیشینهٔ انرژی خازن به درستی بیان نشده است.

21- **۲** از لحظهٔ t تا t+۵، در مدت ۵ روز، جرم باقی‌مانده از $m_۰$ ۰/۵ به $m_۰$ ۰/۱۲۵ رسیده است، یعنی $\frac{۱}{۴}$ برابر شده است، بنابراین مدت ۵ روز برابر دو نیمه‌عمر است و داریم:

$$۲T = ۵ \Rightarrow T = ۲/۵ \text{ روز}$$

-22 (۱) ابتدا بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۳$ را بررسی می‌کنیم:

$$\vec{F}_{۲۳} \leftarrow q_۳ \rightarrow \vec{F}_{۱۳}$$

$$F_۳ = |F_{۱۳} - F_{۲۳}| = |\frac{۴kq_۱^۲}{r_۱^۲} - \frac{۸kq_۱^۲}{(r_۱+r_۲)^۲}| = \frac{۴kq_۱^۲}{r_۱^۲}|۱ - \frac{۲}{(۱+\frac{r_۲}{r_۱})^۲}|$$

سپس بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۱$ را بررسی می‌کنیم:

$$\vec{F}_{۳۱} \quad \vec{F}_{۲۱} \quad q_۱$$

$$F_۱ = F_{۳۱} + F_{۲۱} = \frac{۴kq_۱^۲}{r_۱^۲} + \frac{۲kq_۱^۲}{r_۲^۲} = \frac{۴kq_۱^۲}{r_۱^۲}(۱ + \frac{۱}{۲(\frac{r_۲}{r_۱})^۲})$$

با توجه به اطلاعات داده‌شده در سؤال داریم:

$$F_۳ = \frac{۵۶}{۴۲۵}F_۱ \xrightarrow{\frac{r_۲}{r_۱}=x} |۱ - \frac{۲}{(۱+x)^۲}| = \frac{۵۶}{۴۲۵} \times (۱ + \frac{۱}{۲x^۲})$$

با چک کردن گزینه‌ها، $x = \frac{۲}{۳}$ حاصل می‌شود.

-23 (۲) برای مقایسهٔ جریان مدار در دو حالت می‌توان نوشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{(R_{eq})_۱ + r}{(R_{eq})_۲ + r} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{R+۱}{R+۳+۱} \Rightarrow R = ۲\Omega$$

عددی که ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل دو سر باتری و یا دو سر مقاومت خارجی مدار است، بنابراین:

$$V = IR \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{I_۲}{I_۱} \times \frac{(R_{eq})_۲}{(R_{eq})_۱} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۲+۳}{۲} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۵}{۴}$$

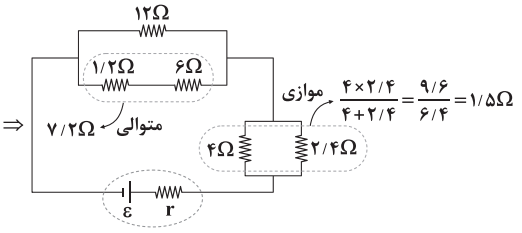
-24 (۳) اگر جریان کل مدار را با I نشان دهیم، به کمک تقسیم جریان بین مقاومت‌های موازی داریم:

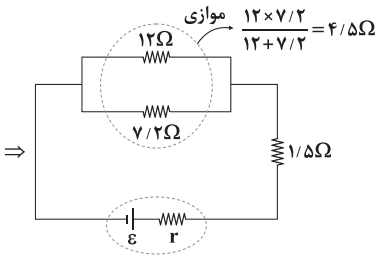
$$\begin{cases} I_{۲R} = \frac{۴}{۴+۲R} \times I \\ I_R = \frac{۱۲}{۱۲+R+۶} \times I = \frac{۱۲}{۱۸+R} I \end{cases}$$

$$\xrightarrow{I_{۲R}=I_R} \frac{۴I}{۴+۲R} = \frac{۱۲I}{۱۸+R} \Rightarrow ۱۸+R = ۱۲+۶R$$

$$\Rightarrow ۵R = ۶ \Rightarrow R = ۱/۲\Omega$$

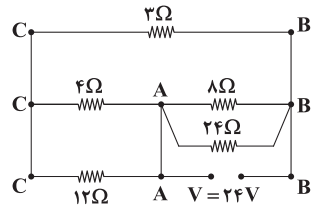
بنابراین مقاومت معادل مدار برابر است با:

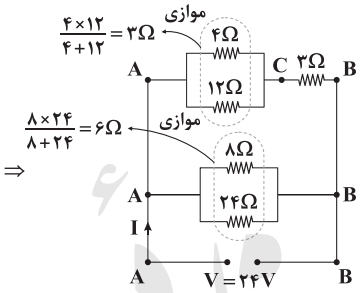




$$R_{eq} = ۴/۵ + ۱/۵ = ۶\Omega$$

-25 (۲) برای تحلیل راحت‌تر، ابتدا مدار را به شکل زیر، دوباره رسم می‌کنیم.



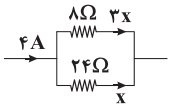


مقاومت شاخهٔ بالا برابر $۳+۳=۶\Omega$ و مقاومت شاخهٔ پایینی برابر ۶Ω است، بنابراین مقاومت معادل مدار و جریان برابر است با:

$$R_{eq} = \frac{۶\times۶}{۶+۶} = ۳\Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{۲۴}{۳} = ۸A$$

جریان $I = ۸A$ بین دو شاخه تقسیم می‌شود و از هر شاخه جریان $۴A$ می‌گذرد. جریان $۴A$ بین دو مقاومت ۸Ω و ۲۴Ω هم تقسیم می‌شود.



$$x + ۳x = ۴ \Rightarrow x = ۱A$$

پس جریان عبوری از مقاومت ۸Ω برابر $۳A$ است. حال که جریان‌ها را می‌دانیم، می‌توانیم توان مصرفی مقاومت‌های ۳Ω و ۸Ω را محاسبه کنیم.

$$\begin{cases} ۳\Omega \text{ مقاومت}: P_۱ = R_۱I_۱^۲ = ۳\times۴^۲ = ۴۸W \\ ۸\Omega \text{ مقاومت}: P_۲ = R_۲I_۲^۲ = ۸\times۳^۲ = ۷۲W \end{cases}$$

$$\Rightarrow P_۲ - P_۱ = ۷۲ - ۴۸ = ۲۴W$$

دقت کنید: اگر به جای جریان با ولتاژ مقاومت‌ها کار می‌کردیم، می‌توانستیم سریع‌تر این سؤال را حل کنیم. مقاومت 8Ω به طور مستقیم به اختلاف پتانسیل 24Ω متصل است و نصف اختلاف پتانسیل $24V$ به مقاومت 3Ω رسیده است، پس می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} 3\Omega \text{ مقاومت}: P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{(12)^2}{3} = 48V \\ 8\Omega \text{ مقاومت}: P_2 = \frac{V_2^2}{R_2} = \frac{(24)^2}{8} = 72V \end{cases}$$

$$\Rightarrow P_2 - P_1 = 24W$$

۳ -26 نیروی محرکهٔ القایی متوسط طبق قانون فاراده از رابطهٔ زیر به دست می‌آید.

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N\frac{\Delta(BA\cos\theta)}{\Delta t}$$

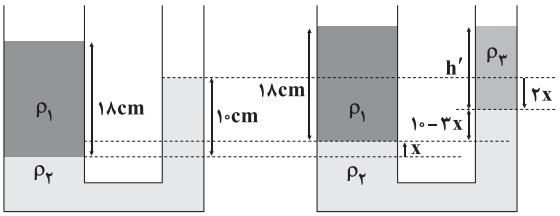
افزایش سرعت حرکت آهنربا Δt را کاهش می‌دهد؛ در نتیجه در اندازهٔ نیرو محرکهٔ القایی متوسط مؤثر است. همچنین مقدار نیرو محرکهٔ القایی متوسط با مساحت هر حلقهٔ سیملوله و تعداد دورهای سیملوله نسبت مستقیم دارد.

دقت کنید: جنس سیم‌های سیملوله بر مقدار نیروی محرکهٔ القایی اثری ندارد ولی بر مقدار جریان القایی تأثیر دارد، زیرا مقاومت الکتریکی سیم‌ها به جنس آن‌ها بستگی دارد.

۴ -27 ابتدا به کمک تعادل مایع‌ها، ارتفاع مایع ρ_2 را از سطح هم‌تراز (هم‌فشار) به دست می‌آوریم:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 1\times 18 = 1/8\times h_2 \Rightarrow h_2 = 10cm$$

با اضافه کردن مایع ρ_3، سطح مایع ρ_2 در شاخهٔ سمت راست به اندازهٔ $2x$ پایین آمده و در شاخهٔ سمت چپ به اندازهٔ x بالا می‌رود (چون سطح مقطع‌ها به نسبت ۱ به ۲ هستند):



با توجه به خط هم‌ترازی داریم:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2' + \rho_3 h'$$

$$\Rightarrow 1\times 18 = 1/8\times(10-3x) + 0/8h'$$

$$\Rightarrow 5/4x = 0/8h' \Rightarrow x = \frac{4}{27}h'$$

هم‌سطحی سطح آزاد مایع‌ها: $18 = h' + 10 - 3x \Rightarrow 8 = h' - \frac{4}{9}h'$

$$\Rightarrow 8 = \frac{5}{9}h' \Rightarrow h' = 14/4cm$$

۱ -28 با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = W_{وزن} + W_{دست} = K_2 - K_1$$

از آن‌جا که جسم در ابتدا و انتهای مسیر ساکن است، تغییر انرژی جنبشی آن صفر است $(\Delta K = 0)$، بنابراین می‌توان نوشت:

$$W_{وزن} + W_{دست} = 0 \Rightarrow W_{دست} = -W_{وزن}$$

$$\xrightarrow{W_{وزن} = -mg(h_2 - h_1)} W_{دست} = mg(h_2 - h_1)$$

$$\Rightarrow W_{دست} = 2/5\times 10\times(4/4 - 3) = 35J$$

۱ -29 ابتدا انرژی مکانیکی گلوله در نقطهٔ A را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{cases} U_A = mgh_A = m\times 10\times 40 = 400m \\ K_A = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}\times m\times(20)^2 = 200m \end{cases} \Rightarrow E = U_A + K_A = 600m$$

مطابق اصل پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی مکانیکی گلوله در همهٔ نقاط مسیر برابر $600m$ خواهد بود، بنابراین در نقطهٔ B هم می‌توان نوشت:

$$E_B = U_B + K_B$$

$$\Rightarrow 600m = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\Rightarrow 600 = 10\times 50 + \frac{1}{2}v_B^2$$

$$\Rightarrow v_B^2 = 200 \Rightarrow v_B = 10\sqrt{2}\frac{m}{s}$$

از طرفی با توجه به این‌که نقطهٔ C در یک ارتفاع با نقطهٔ A قرار دارد، تندی گلوله در نقطهٔ C با تندی گلوله در نقطهٔ A برابر است و داریم:

$$v_C = v_A \Rightarrow v_C = 20\frac{m}{s}$$

بنابراین:

$$\frac{v_B}{v_C} = \frac{10\sqrt{2}}{20} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۱ -30 با توجه به این‌که تابع سینوس حداکثر برابر ۱+ و حداقل برابر ۱− است، بیشینه و کمینهٔ جریان القاگر برابر می‌شود با:

$$I_{max} = 3 + 2\times(1) = 5A$$

$$I_{min} = 3 + 2\times(-1) = 1A$$

برای مقایسهٔ انرژی القاگر می‌توان نوشت:

$$U = \frac{1}{2}LI^2 \xrightarrow{L:\text{ثابت}} \frac{U_{max}}{U_{min}} = \left(\frac{I_{max}}{I_{min}}\right)^2 = 5^2 = 25$$